ZEMĚDĚLSKÁ FYTOPATOLOGIE 1

VYDALA ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD
VE STÁTNÍM ZEMĚDĚLSKÉM NAKLADATELSTVÍ

CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITUTE
LIBRARY
IMI \ Books / BAU

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
11 DEC 1959

Digitized by the Internet Archive
in 2023

https://archive.org/details/zemedelkafrtopat0001obec

ČSAZV

ZEMĚDĚLSKÁ FYTOPATOLOGIE

DÍL I.

OBECNÁ ČÁST

1959

Vydala Československá akademie zemědělských věd
ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze

Československá Akademie Zemědělských Věd

VĚDEČTÍ REDAKTOŘI:

Člen korespondent ČSAZV prof. inž. dr. Eduard Baudyš, doktor zem. věd,
inž. dr. Jaroslav Benada, kandidát zem. věd,
RNDr. Jan Špaček.

LEKTOŘI:

Prof. RNDr. Karel Cejp, doktor biol. věd (Houby),
doc. dr. inž. František Duchoň, doktor zem. věd (Choroby z nedostatku nebo nadbytku výživy),
dr. Alžběta Haspelová (Přehled fytopatologických časopisů, dokumentačních časopisů, sbírek a jiných pramenů důležitých pro fytopatologii),
prof. dr. inž. František Chmelař (Úvod do studia literatury a jejího používání),
inž. dr. Evžen Jermoljev (Viry),
doc. dr. inž. Jan Rozsypal (Bakterie, Aktinomycety, Úvod do fytopatologické bakteriologické techniky, Úvod do fytopatologické mykologické techniky),
inž. dr. Miroslav Řezáč (Přípravky proti parasitním chorobám rostlin),
prof. PhDr. Jaroslav Smolák, doktor zem. věd (Způsoby boje proti chorobám).

Schváleno Československou akademií zemědělských věd č. j. 13922/57
ze dne 18. srpna 1957 a výnosem ministerstva školství a kultury č. j. 31384/57—V/2
ze dne 28. února 1958 jako vysokoškolská učebnice pro agronomické fakulty
vysokých škol zemědělských.

AUTOŘI:

Člen korespondent ČSAZV prof. inž. dr. Eduard Baudyš, doktor zem. věd,
inž. dr. Jaroslav Benada, kandidát zem. věd,
inž. dr. Karel Dvořák, inž. dr. et RNDr. Bohumil Kvíčala,
RNDr. František Kühn, inž. František Mráz,
inž. Josef Bohuslav Novák, prom. biol. Vladimír Skalický, prom. biol. Zdeněk Šesták,
RNDr. Jan Špaček, RNDr. Vladimír Vacek, inž. et RNDr. Antonín Vězda,
PhMr. Václav Voříšek, kandidát zem. věd.

OBSAH

Předmluva 15

Úvod *(E. Baudyš)* 19

FYSIOLOGICKÉ CHOROBY

Choroby z nedostatku nebo nadbytku výživy *(V. Vořišek)* 26

Poškození rostlin z nedostatku výživy 27
Nedostatek hlavních biogenních prvků 27
Nedostatek stopových prvků 40
Poškození rostlin z nadbytku živin 51
Chlorosa 52
Vliv výživy na náchylnost rostlin k parasitním chorobám 54
Metody zjišťování nedostatku živin 55
Literatura 60

PŮVODCI PARASITNÍCH CHOROB

Viry *(B. Kvíčala)* 66

Historický úvod 66
Povaha a vznik virů 70
Symptomatologie 74
Příznaky na rostlinách 75
Vliv kmenů virů na příznaky 81
Vliv vnějšího prostředí na příznaky 83
Patologická anatomie a histologie rostlinných viros 84
Přenášení virových chorob 88
Přenos roubováním 89
Přenos mechanickým očkováním šťávou 90
Inaktivace, inhibice a denaturace virů 91
Přenos půdou 94
Přenos semenem 95
Přenos hmyzem 100
Přenášení virových chorob kokoticí 113

Vztahy mezi viry a jejich přenašeči 115
Viry s latentní dobou v těle hmyzu 117
Stálé a nestálé viry 119
Inhibice virů v těle hmyzu 120
Pohyb viru v těle hmyzu 121
Množení virů v těle hmyzu 123
Viry přenášené mšicemi a červci 125
Vztahy hmyzu k virům 126
Hladovění pokusných mšic před infekčním sáním 129
Fysiologie virů a jejich hostitelů 133
Náchylnost a metabolismus rostlin 133
Množení virů a látky je ovlivňující 135
Vliv světla na rostlinné viry 136
Vliv tepla na rostlinné viry a virosy 136
Tepelná terapie virosních rostlin 137
Výživa rostlin a virové choroby 138
Inhibice virů 139
Interference virů 139
Jiné metabolické změny virosních rostlin 139
Kmeny virů (varianty) 141
Mutace rostlinných virů 143
Antagonismus a tolerance virů 145
Imunita 145
Komplexní virosy 149
Sérologie rostlinných virů 150
Sérologické metody precipitační 153
Sérologická metoda vazby komplementu a anafylaxe 154
Taxonomie, třídění a názvosloví rostlinných virů 156
Krystalisace, fysikální a chemické vlastnosti virů 160
Škody způsobené rostlinnými viry 164
Ochrana a boj proti virovým chorobám 167
Negativní výběry v ochraně proti virosám 168
Hubení savého hmyzu — přenašečů viros 170
Terapie viros 174
Šlechtění v boji proti některým virovým chorobám 175
Agrotechnika v boji proti virosám 177
Literatura 179

Bakterie *(F. Mráz)* 200

Charakteristika bakterií 200
Bakterie a jejich význam 200
Výživa bakterií 200
Rozmnožování bakterií 202
Pohyb bakterií 203
Morfologie bakterií 203
Fysiologie bakterií 210
Systematika fytopatogenních bakterií 213
Základy klasifikace 213

Systémy bakterií a charakteristika důležitých rodů 214
Rozdělení bakterií podle Bergeye (1948) 214
Rozdělení bakterií podle Krasilnikova (1949) 217
Bakterie jako původci chorob rostlin 219
Podíl bakterií na infekčních chorobách rostlin 219
Typy bakterios 219

Aktinomycety *(F. Mráz)* 220

Charakteristika aktinomycet 220
Systematika aktinomycet 222
Rozdělení aktinomycet podle Bergeye (1948) 222
Rozdělení aktinomycet podle Krasilnikova (1949) 223
Literatura 225

Hlenky *(V. Vacek)* 226

Rozdělení hlenek 227
Fytogeografické a ekologické poměry hlenek 232
Naše nejhojnější druhy hlenek 233
Literatura 236

Houby *(J. Špaček)* 237

Úvod 237
Pojem hub 237
Cytologické poměry při vývoji hub 237
Vegetativní tělo hub 238
Fruktifikační orgány hub 239
Sexualita hub 240
Výživa hub 242
Přehled hub 243
Archimycetes 244
Phycomycetes 244
Oomycetes 246
Zygomycetes 253
Ascomycetes 261
Taphrinales 265
Plectascales 276
Perisporiales (Erysiphales) 286
Ascoloculares 299
Pseudosphaeriales 300
Ascohymeniales 308
Sphaeriales 309
Diaporthales 318
Clavicipitales 320
Pezizales 326
Helotiales 330
Basidiomycetes 333

Holobasidiomycetes 334
Phragmobasidiomycetes 339
Uredinales 339
Ustilaginales 360
Fungi imperfecti 371
Literatura 373

Lišejníky *(A. Vězda)* 379

Morfologie a anatomie lišejníkové stélky 379
Biologie lišejníků 380
Výskyt v přírodě a ekologie 382
Systematické třídění lišejníků 384
Lišejníky jako škodlivý činitel pro jiné rostliny 385
Ochrana 386
Literatura 387

Parasitní rostliny jevnosnubné *(F. Kühn)* 388

Parasitismus a poloparasitismus u jevnosnubných 388
Způsob života parasitních rostlin 389
Škodlivost 394
Literatura 395

SYMPTOMATOLOGIE

Symptomatologie *(J. B. Novák)* 398

Symptomatologie a její význam v diagnostice 398
Povaha symptomů 399
Sukcese symptomů 400
Modifikace symptomů 400
Intensita příznaků 401
Specificita a etiologie symptomů 403
Symptomy a klasifikace chorob 404
Klasifikace symptomů 404
Symptomy makroskopické 405
Symptomy nekrotické 406
Symptomy hypoplastické 421
Symptomy hyperplastické 431
Symptomy mikroskopické 447
Histologické symptomy 448
Histochemické symptomy 451
Diagnostické znaky chorob 451
Symptomy a nomenklatura chorob 453
Literatura 455

BOJ PROTI CHOROBÁM

Způsoby boje proti chorobám *(J. B. Novák)* 460

Cesty ochrany rostlin 460
Agrotechnická opatření 460
Zlepšení podmínek stanoviště 461
Pěstitelské zásahy (ošetřování rostlin) 462
Mechanické způsoby ochrany 465
Fysikální způsoby ochrany 466
Desinfekce půdy 468
Desinfekce osiva a sadby 473
Ošetřování porostů a jednotlivých rostlin 480
Chemické metody boje proti chorobám 480
Desinfekce půdy 483
Desinfekce osiva 487
Desinfekce rostlinných výpěstků a sadby 492
Desinfekce skladištních prostorů, pařeniště a skleníků 494
Chemické ošetření nadzemních částí rostlin 494
Biologické metody v ochraně rostlin 494
Karanténní opatření v ochraně rostlin 498
Šlechtitelské metody v ochraně rostlin 499
Literatura 499

Přípravky proti parasitním chorobám rostlin *(K. Dvořák)* 504

Pojem a rozdělení 504
Formy aplikace fungicidů 506
Literatura 519

ÚVOD DO FYTOPATOLOGICKÉ TECHNIKY

Úvod *(J. Benada)* 522

Úvod do mykologické techniky *(J. Benada)* 522

Isolace fytopatogenních organismů 522
Pěstování fytopatogenních organismů 529
Určování parasitních hub 537
Některé metody používané v patologické histologii 540
Umělé infekce 543
Kriteria hodnocení infekce 545
Literatura 546

Úvod do bakteriologické techniky *(F. Mráz)* 548

Zjišťování bakterií v onemocnělých rostlinách a jejich isolace 548
Pěstování fytopatogenních bakterií 551
Nejdůležitější půdy pro pěstování a identifikaci bakterií 553

Umělé infekce 562
Metody barvení 563
Literatura 569

Úvod do virologické techniky (*J. B. Novák*) 570

Účel a zhodnocení laboratorních metod užívaných ve virologii 571
Metodické základy diagnostiky virových chorob 571
Experimentální přenos viros 571
Mechanické očkování rostlinnými extrakty 571
Metody přenosu rostlinných virů vektory 575
Metody přenosu viros roubováním (očkováním) 577
Diagnostické metody založené na přirozeném přenosu viros 578
Indexační metoda 579
Polní tabákový test 579
Klíčková metoda 580
Sérologická diagnostika viros 580
Příprava antisér, jejich konservace a úprava 581
Provedení diagnosy a přehled diagnostickýh metod 586
Precipitační sérologické metody 587
Aglutinační metody 591
Reakce vazby komplementu 593
Metoda neutralisace infekčnosti 594
Metoda anafylaxe 594
Výhody a nevýhody sérodiagnostiky 595
Diagnostika viros biochemickými metodami 596
Podstata biochemických metod a jejich praktické uplatnění 596
Kolorimetrické metody 596
Titrační zkoušky biochemické 597
Jodometrické metody 598
Použití chromatografie 598
Mikroskopické metody diagnostické 598
Histologická vyšetření 599
Cytologická vyšetření 600
Histochemické testy 601
Cytochemické reakce 603
Elektronoptické vyšetření virosních rostlin 603
Fysikální diagnostické metody 603
Identifikace virů a stanovení vlastností jednotlivých virů a jejich kmenů . . 604
Principy identifikace virů a virových kmenů 604
Stanovení charakteristických vlastností virů in vitro 604
Stanovení hraničního bodu thermální inaktivace 605
Stanovení konečného bodu zředění 605
Stanovení časové inaktivace viru 605
Stanovení inaktivace viru chemikáliemi 606
Stanovení přenosnosti virů 606
Symptomatická diagnosa na diferenčních hostitelích 607
Stanovení okruhu hostitelů 608

Preimunitní testy 603
Stanovení tvaru a velikosti virových partikulí 609
Stanovení biochemických a biofysikálních vlastností virů 611
Purifikace virů a isolace virových linií 611
Základní metody a principy purifikace virů 611
Isolace virových linií 613
Kvantitativní metody stanovení virů 614
Stanovení relativní infektivity virových preparátů biologickými metodami 614
Kvantitativní testy nebiologické 616
Uchovávání virového materiálu 617
Uchovávání viru pasážováním 617
Pěstování virů v rostlinných explantátech a kulturách pletiv in vitro . . . 618
Udržování virového metariálu chemickou konservací a nízkými teplotami 619
Lyofilisace virového materiálu 619
Literatura 622

ÚVOD DO STUDIA LITERATURY A JEJÍHO POUŽÍVÁNÍ

Úvod do studia literatury, vedení a zhodnocení pokusů a pozorování *(Z. Šesták)* . 630

Studium literatury 630
Způsoby literární rešerše 631
Jak získat původní časopiseckou literaturu 640
Registrace studované literatury 642
Shrnutí literatury 647
Vlastní vědecký výzkum 647
Plán pokusné práce nebo pozorování 647
Volba a vyzkoušení metod 648
Zakládání a vedení vlastních pokusů 649
Protokoly 650
Průběžné studium literatury 651
Zhodnocení a uveřejnění výsledků práce 652
Biometrické zhodnocení výsledků 652
Sestavení zprávy nebo publikace 652
Literatura 654

Přehled fytopatologických časopisů, dokumentačních časopisů, sbírek a jiných pramenů důležitých pro fytopatologii *(V. Skalický)* 656

Přehled mykologických a fytopatologických periodik 657
Bibliografická a referátová periodika, která se týkají též fytopatologie a mykologie 662
Mykologické a fytopatologické neperiodické bibliografie 665
Československá bibliografie 665
Zahraniční bibliografie 665
Neperiodické bibliografie botanické, biologické, zemědělské, lesnické i všeobecné, uvádějící mnoho fytopatologické a mykologické literatury 667

Československé bibliografické prameny 667
Zahraniční neperiodické bibliografie 669
Výběr mykoflór, kompendií, ikonografií 671
Mykoflóry 671
Nejzákladnější mykologická a bakteriologická kompendia a příručky systematického rázu 671
Ostatní kompendia a příručky 671
Ikonografie 672
Prameny československé mykologické a fytopatologické literatury 672
Dějiny mykologie a fytopatologie 673
Mykoflóristické příspěvky 673
Zprávy o chorobách rostlin 673
Prameny zahraniční mykologické a fytopatologické 674
Kultury hub a mykotéky 674
Základní mykologické herbáře v ČSR 675
Důležité knihovny pro studium mykologické a fytopatologické literatury . . 675
Mykologické a fytopatologické vědecké organisace v ČSR 676

PŘEDMLUVA

Zemědělská fytopatologie pojednává hlavně o infekčních chorobách rostlin vyvolaných viry, bakteriemi a houbami. Fysiologické choroby jsou uváděny jen v omezené míře, pokud by mohly symptomatologicky připomínat choroby parasitní.

Tato kniha vznikla z obecného požadavku vydat do roku 1960 vysokoškolské učebnice ze všech oborů. Až dosud byla u nás publikována jediná vysokoškolská učebnice fytopatologie, Hospodářská fytopatologie I doc. dr. E. Baudyše v roce 1929. Z pozdější doby existují některá vysokoškolská skripta a příručka patologie rostlin Ochrana rostlin od doc. dr. J. Smoláka, která obsahuje fytopatologickou část a jež byla schválena výnosem ministerstva zemědělství a ČSAZV jako učebnice pro ekonomickou, mechanisační a zootechnickou fakultu vysokých škol zemědělských.

Většina našich knižních publikací z fytopatologie má více či méně popularisační ráz, proto jsou také převážně orientačně symptomatologické. Při vydávání Zemědělské fytopatologie jsme museli vycházet ze současného stavu rozvoje socialistického zemědělství a rostlinolékařské služby, které kladou požadavek vytvořit základní příručku pro poznávání chorob kulturních rostlin. Požadavky na učebnici a na příručku jsou ovšem nestejné, hlavní nesoulad je v rozsahu látky. Poněvadž kniha má sloužit také absolventům vysokých škol a jiným zájemcům, kteří hledají hlubší zdroj znalostí, bylo za této situace účelnější spojit oba požadavky. Pro potřebu školy bude ovšem nutno vhodně vybrat učební látku.

Zemědělská fytopatologie je třídílná. První díl je všeobecný a jsou v něm probírány základní pojmy, jichž se používá ve speciální části, jakož i původci chorob a ochranná opatření. Tento obecný díl má charakter učebnice, ostatní dva díly spíše charakter příručky. Pro nedostatek specialistů a časové obtíže bylo možno v obecném dílu zpracovat pouze některé kapitoly.

Choroby ve speciální části jsou rozčleněny podle plodin, nikoli podle systému parasitů, jako je tomu např. v Sorauerově díle Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Zpracování podle systému dává více vyniknout biologii jednotlivých skupin parasitů, uspořádání podle plodin zdůrazňuje spíše patologii jednotlivých hostitelů. Poněvadž jsme měli na mysli praktické užívání knihy, volili jsme druhý způsob stavby knihy, to jest rozdělení podle plodin. Nevýhodou uspořádání podle plodin je ovšem opakování polyfágních parasitů na několika místech. Abychom se tomu vyhnuli, uvádíme podrobné zpracování takového parasita pouze u jedné plodiny, u ostatních plodin jsou uvedeny jen pro ně specifické znaky choroby a odkaz na

hlavní zpracování. Tyto vzájemné odkazy a souvislost obecné části se speciální tvoří ze všech tří dílů nedílný celek.

Mezi jinými požadavky vyžadovala vědecká redakce od autorů, aby používali převážně originální literatury. Zkratky časopisů jsou uvedeny podle Lomského Soupisu cizozemských periodik. Pokud jde o fotografie, je jejich původ vyznačen zkratkou Orig. XY, jestliže autor chorobu našel, určil a vyfotografoval. Jestliže chorobu jen našel a určil a vlastní fotografickou práci provedl někdo jiný, jsou uvedeni oba autoři (Orig. XY, foto VZ). Některé další redakční zásady jsou uvedeny v předmluvě k Chorobám polních plodin.

Cílem Zemědělské fytopatologie není určit veškeré parasitní organismy. Parasitů je daleko více, než je uvedeno, a je zapotřebí, aby v některých případech bylo použito monografie a flóry. Mimo to některé skupiny parasitů vyžadují značnou taxonomickou erudici pracovníka nutnou pro přesné určení a dostatek srovnávacího materiálu. Nicméně však, aby byla podle knihy správnost diagnosy co možno zaručena, stanovila redakce jako jeden z požadavků uvedení přesného taxonomického popisu parasita. Tvrzení, že tím kniha přestává být fytopatologií, není správné, neboť k správné diagnose, která je jedním z úkolů fytopatologie, nestačí tak zvaný orientační popis, používaný běžně v našich popularisačních příručkách. Naše kniha se tím nestává flórou, i když z flór a flóristických příspěvků musí čerpat, má-li mít seriosní vědecký základ. Podobně i ochrana uváděná u jednotlivých chorob není universálním receptem ani popisem technického provedení, nýbrž ukazatelem směrů, kterými se ochrana proti určitému parasitu má brát. Je třeba v každém jednotlivém případě uvážit soubor všech podmínek, jejichž vlivem se použití jednotlivých ochranných metod může modifikovat.

Pro sepsání tak rozsáhlé knihy, jako je Zemědělská fytopatologie, bylo třeba vytvořit kolektiv specialistů. Autoři pocházejí z různých našich pracovišť a jsou absolventy vysokých škol zemědělských, přírodovědeckých fakult, biologických fakult, chemického inženýrství, jsou to vědečtí pracovníci na vysokých školách zemědělských, na universitách, na vědeckých pracovištích ČSAZV, ČSAV, SAV, v Ústřední a oblastní fytokaranténní laboratoři, v muzeích a na ministerstvu zemědělství. Jde o odborníky z českých zemí i ze Slovenska. Většina z nich absolvovala vysoké školy po druhé světové válce. Tato generace dnes převládá na vědeckých pracovištích a má tendenci specialisovat se mnohem hlouběji než generace před druhou světovou válkou. Jen několik autorů je podstatně starších.

Nutnost specialisace a její problematika vyvstala právě při získávání autorů. Naráželi jsme na současný stav naší fytopatologie, kdy odborníci byli do značné míry ještě školeni v intencích přílišného encyklopedismu starší generace, která v ochraně rostlin vidí stejnorodý vědní obor. Ochrana rostlin musí být dnes chápána jako praktická operativní služba provádějící ochranné zákroky. Není však klasickým vědním oborem, a proto ve výzkumu a didaktice tak nemůže být pojímána. Tak zvaná ochrana rostlin měla vždy dva stěžejní obory, a to aplikovanou botaniku a zoologii. To se projevilo i u nás po druhé světové válce rozštěpením ochrany rostlin (někdy zvané „fytopatologie") na vysokých školách zemědělských na fytopatologii a použitou entomologii. I když tyto dva obory mají stejný cíl, totiž zajistit dobrý zdravotní stav rostlin, vycházejí gnoseologicky z dvou růz-

ných oborů. Ale i ve fytopatologii samé vidíme rozvoj specialisace ve třech základních oborech, a to virologii, bakteriologii a mykologii. Mykologie je z nich nejobsáhlejší, neboť mykosy tvoří většinu chorob rostlin, mykologie je také z těchto oborů nejvíce rozvinutá. Má největší tradici a výrazně se v ní rýsují tři směry: směr morfologický, fysiologický a ekologický. Každý z těchto směrů vyžaduje dnes zvláštní celoživotní zaměření pracovníků.

Tak vidíme, jak se z překonaného encyklopedismu vyvíjí poměrně úzká specialisace jednotlivců, která je nutnou podmínkou dalšího rozvoje. A ze současného stavu je zřejmo, že ani specialisace jednotlivců již nestačí pro další podstatný rozvoj vědy, že je zapotřebí koordinace specialistů a jejich těsné spolupráce. Do budoucna se pak rýsuje nutnost mezinárodní organisace vědecké práce.

Kromě potíží daných nedostatkem specialistů byly velkým problémem otázky dokumentace a bibliografie fytopatologické literatury. Je třeba upozornit, že těmto otázkám bude nutno věnovat co největší a nejvelkorysejší péči, neboť bez řádné dokumentační služby a styku se zahraniční literaturou nebude možno sledovat světový vývoj fytopatologie, řešit nové úkoly ani přenášet nové poznatky k nám. Při této příležitosti bychom chtěli upozornit, že je třeba, aby vysokoškolští studenti byli seznamováni s celou organisací duševní práce, její technikou, jmenovitě s problémem práce s knihou, s otázkami dokumentace a bibliografie literatury. Z tohoto důvodu se vědecká redakce rozhodla zařadit úvod do studia literatury, aby posluchači měli pomůcku pro přípravu seminárních, diplomových a státnicových prací. Jsme přesvědčeni, že bude sloužit i jiným pracovníkům při literární přípravě výzkumných úkolů.

Pomocí pro naši práci bylo vydání Lomského soupisu cizozemských periodik.

Redakce a kolektiv autorů doufá, že kniha jako celek prolomí tradici naší vysloveně popularisační fytopatologické knižní literatury, a že nebudou vycházet jen populární ochrany rostlin, i když dobrá popularisace je nesporně nutná. Je také přesvědčena, že již dnes by se mělo připravovat druhé doplněné, opravené, přepracované a prohloubené vydání Zemědělské fytopatologie, při němž by bylo možno uplatnit všechny získané zkušenosti redakce a autorů. V té době snad už vyjdou první svazky Flóry ČSR, ve kterých budou zpracovány některé parasitní organismy. Pak bude třeba respektovat látku v nich zpracovanou, kdežto dosud jsme se museli v tomto směru opírat převážně o zahraniční literaturu. A bude snad i více našich originálních fytopatologických prací.

Prosíme naši veřejnost, aby svou kritikou ať už uveřejňovanou v časopisech nebo sdělenou přímo autorům a redakci upozornila na nedostatky naší knihy. Kritických připomínek bude možno použít k opravám a doplnění textu při přednáškách na vysokých školách a především budou sloužit pro případné druhé vydání. Nedomníváme se samozřejmě, že Zemědělská fytopatologie nemá vady a veškerou kritiku přijmeme jako pomoc pro další práci.

Závěrem je nutno poděkovat všem těm, kdo přispěli k uskutečnění našeho díla: Především Československé akademii zemědělských věd, jež umožnila vydat tuto knihu, a z jejích pracovníků dr. M. Hrdé, která podstatně podporovala vznik této knihy. Dále děkujeme pracovníkům Státního zemědělského nakladatelství, jmenovitě inž. S. Malé, která s velkým porozuměním

a úsilím pomáhala překonávat četné obtíže, jež byly spojeny s tak rozsáhlým kolektivem autorů, a zaměstnancům tiskárny Severografia v Liberci. Náš dík patří konečně vědeckým knihovnám a jednotlivým pracovníkům, kteří nám ochotně půjčovali literaturu, zvláště pak doktoru biologických věd univ. prof. dr. K. Cejpovi a vedoucímu vědecké dokumentace ÚFL inž. J. Kakáčovi.

Nakonec ještě poznamenáváme, že pérovky kreslili inž. F. Mráz (Bakterie a aktinomycety, Úvod do bakteriologické tehniky), RNDr. V. Vacek (Hlenky a Houby), RNDr. F. Kühn (Parasitní rostliny jevnosnubné), M. Honsa (Úvod do mykologické techniky), akad. malíř J. Malý (Symptomatologie, Způsoby boje proti chorobám a Úvod do virologické techniky).

E. BAUDYŠ, J. BENADA, J. ŠPAČEK

ÚVOD

Fytopatologie je součástí biologických věd; zabývá se chorobami nebo poruchami rostlin. Jak dokazují paleobotanické nálezy, parasitní organismy se vyskytovaly i na fosilních rostlinách. Už v nejstarších písemných památkách jsou zmínky o chorobách rostlin, ovšem původ a příčina těchto chorob nebyly známy.

V bibli v V. knize Mojžíšově v kapitole 28, verši 22, v I. knize královské v kapitole 8, verši 37 i na jiných místech je zmínka o škodlivém vlivu sucha, o snětích, kobylkách a housenkách. Choroby označované hebrejsky jako schiddafón (= spála) a jerakon (= žlutost obilí) byly pokládány za trest boží. Rovněž v proroctví Ámosově se hovoří o škodách způsobených suchem, o snětivém zrnu, o holožíru housenek v zahradách, ve vinicích, na smokvoních a na olivách.

Římané ctili již v 7. století před naším letopočtem mezi četnými bohy i božstvo Robigo (robigo = rubigo = rez) a pořádali slavnosti k jeho poctě, nazývané robigalia. Také Aristoteles (384—322 před n. l.) se zmiňuje o rzivých letech. Jeho žák Theophrastos (371—286 před n. l.) znal již nestejnou odolnost jednotlivých sort obilnin vůči rzím, rozlišoval spálu a rakovinu ovocných stromů a příčinu různých chorob viděl v působení rozličných podmínek půdních a klimatických. Plinius si ve své „Naturalis historia" všiml, že obilí trpí rzivostí spíše v nížinách než v horách. Na Rhodu a Kypru podle Strabona (66—24 před n. l.) vzývali boha Apollóna příjmím Erysibios (řecké erysibe = rez), aby odvrátil rzivost od obilí. Podobně v Malé Asii ctili bohyni Démétru příjmím Erysibe. Z tohoto období pocházejí také zprávy o poškození rostlin a o poraněních vznikajících na příklad nesprávným okopáváním révy, nesprávným ošetřováním ovocných stromů atd.

Lidé tehdy nedovedli vysvětlit příčinu chorob, a proto je uváděli v souvislost s postavením hvězd, měsíce a jinými úkazy nebeskými, viděli v nich nadpřirozenou sílu a trest boží. Tak vznikla různá zaříkání a pověry, jako např. aby ten, kdo nechce mít snětivé žito, zavěsil tři snětivé klasy do capouchu aj. Až dosud se částečně udržuje pověra, jejíž prapůvod je již u starých Slovanů, že svěcené kočičky zastrkané do rohů obilních polí zabrání snětivosti obilí a škodlivému působení sucha.

V 16. století již poněkud postoupila znalost příčin chorob. Tak na příklad se začaly zakuřovat vinice, aby nebyly poškozovány pozdními jarními mrazy. Na počátku 18. století se rozlišují choroby vznikající nedostatkem a nadbytkem vláhy a živin v půdě, extrémy povětrnostními, poraněním a choroby vznikající působením cizopasných hub. Odděleně se věnuje po-

zornost škůdcům živočišným. (J. J. Plenck: Physiologia et pathologia plantarum, vydaná v roce 1794.) V té době se přičítaly veškeré choroby neznámého původu nedostatku výživy a vlivu nevhodného prostředí, a to zvláště Liebigem a jeho školou. V 19. století mnozí členové fysiokratické společnosti věnují velkou pozornost jak chorobám, tak škůdcům rostlin.

Vědecká fytopatologie začíná vlastně prací Mathieu du Tilleta, který roku 1755 předložil Akademii v Bordeaux práci o snětích, v níž pojednává o pokusech se snětmi v různých půdách při odlišné výživě, o nákaze černým výtrusným práškem sněti apod. Tillet předložil svoji práci v Trianonu králi Ludviku XV., který pak rozkázal vydat leták o snětích a rozšířil jej po celé Francii. Z práce Tilletovy vycházel Benedict Prévost (1755—1819), který studoval výtrusy snětí, jejich klíčení, nákazu a možnost ničení modrou skalicí. Jím začíná období pokusné fytopatologie. Thomas Andrew Knight (1739—1838) dokázal pokusně přenosnost rzi z dřišťálu na obilí (1804). Jednou z prvních příruček fytopatologie byla kniha J. B. Zellingera „De morbis plantarum" (1773), kde se však o chorobách pojednává na symptomatologickém základě a spíše z filosofického hlediska. Rovněž nesprávné bylo Zellingerovo hodnocení rostlinných chorob v knize: „Die Exantheme der Pflanzen und die einige mit diesen verwandten Krankheiten" (Vídeň 1833), kde považoval za příčinu všech chorob nevyrovnaný stav výživy.

K pokroku ve fytopatologii vedlo objasnění parasitismu hub v pracích de Baryho „Untersuchungen über die Brandpilze" (Berlín 1853) a „Morphologie und Physiologie der Pilze" (Lipsko 1856 a 1884). De Bary definoval základní fytopatologické pojmy, jako je parasitismus, resistence, infekce, a podařilo se mu stanovit pravou příčinu některých chorob. Podobně postupovali ve Francii i bratři Tulasnovi v pracích o snětích, námelu a jiných cizopasných houbách. V díle de Baryho pokračoval v Německu J. Kühn (1825—1910) a jeho základním dílem „Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und Verhütung" (Berlín 1858) začíná nová epocha ve fytopatologii. J. Kühn sledoval kromě původců chorob i vliv vnějších příčin na ochoření, hlavně vlivy klimatické a půdní.

Další směr výzkumů v rostlinné patologii je určován studiem biologických vztahů hub a jejich vývinu. Ze zakladatelů tohoto směru je třeba vzpomenout E. Prillieuxe (1829—1915) a A. Millardeta (1838—1902), jehož hlavní zásluhou bylo objevení bordeauxské jíchy jako účinného prostředku proti peronospoře a který doporučoval přeštěpovat evropské révy trpící fyloxerou na podložky révy americké. Pracemi o chorobách obilnin proslul J. Eriksson (1848—1931), ředitel hospodářské výzkumné stanice ve Stockholmu, který první vyslovil názor o tak zvaných fysiologických druzích rzí. Ze zakladatelů fytopatologie v Rusku je třeba jmenovat především M. S. Voronina (1838—1903).

V pozdějších letech počet pracovníků ve fytopatologii stále vzrůstá, rozvíjí se specialisace a vzniká rozsáhlá fytopatologická literatura. Z nejstarších kompendií, vycházejících stále v nových vydáních, je třeba jmenovat Sorauerovu knihu „Handbuch der Pflanzenkrankheiten", která vyšla již v roce 1874 a byla tvořena pouze jediným svazkem; do dnešní doby se rozrostla na mnohosvazkové dílo.

Nová oblast výzkumu se fytopatologii otevřela zjištěním, že choroby rostlin mohou působit také bakterie. První zmínku o bakterijních chorobách učinil de Bary ve své morfologii hub (1884), avšak první, kdo poznal bakte-

riosu rostlin a určil jejího původce, byl T. J. Burrill, profesor botaniky na universitě v Urbaně, Illinois. Šlo o bakteriosu ovocných stromů působenou bakterií *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. Nálezy fytopatogenních bakterií se stále množily a bakteriosy tvoří nyní samostatnou část ve fytopatologii, podobně jako virologie, jejíž vědecký základ položil v roce 1892 D. I. Ivanovskij důkazem o filtrovatelnosti virů.

Stejně jako v cizině i u nás se vyvíjí fytopatologie z mykologie, takže mykologové jsou našimi prvními fytopatology. Hlavním zakladatelem české mykologie byl A. Corda, který se narodil 1809 v Liberci a zahynul v roce 1894 na lodi Viktorie při návratu z Texasu. Byl nejprve praktikantem v lékárně, později chirurgem a čestným doktorem pražské university. V Českém museu, kam ho uvedl prof. Zippe, si záhy za předmět studia zvolil nižší rostliny tajnosnubné. Vynikl jako výborný kreslíř. Vydal v Praze v letech 1837—1854 základní dílo o houbách v 6 svazcích se 64 tabulemi („Icones fungorum hucusque cognitorum"). Dodnes je to jedno ze základních mykologických děl světových. Dále napsal „Prachtflora europäischer Schimmelbildungen" (Lipsko 1839) s 25 tabulemi a „Anleitung zum Studium der Mykologie" v roce 1842 s 8 tabulemi, které obsahují přehled systému hub. Zakladatelem české floristiky byl F. M. Opiz (1787—1858), jenž napsal mimo jiné i mnoho prací z oboru zemědělství a lesnictví. J. S. Presl v knize „Počátkové rostlinosloví" píše i o chorobách rostlin, zavádí české názvosloví a uvádí také na příklad český název kloubnatička pro houbu Monilia. Z jiných mykologů napsal G. von Niessl pojednání „Über das Vorkommen von *Tilletia secalis* Kühn". Sem patří také J. Schröter, L. Čelakovský a později škola Velenovského.

V té době se počínají objevovat první fytopatologické práce a příručky. Autorem první české fytopatologické příručky je C. M. Petera, jenž vydal v Praze v roce 1882 knihu „Choroby rostlin vznikající nedostatkem nebo přebytkem látek živných, zranění, atmosférou apod., jakož i návod, jak jim zabránit". A. Křižek napsal pojednání „O některých rázovitých kazech na rostlinách českých, které povstaly cizopasnými houbami, a o houbách těchto" (program c. k. reálného a vyššího gymnasia v Chrudimi 1900). J. Fořt (nar. 1877) psal o chorobách révy vinné, zejména o peronospoře, a o chorobách ovocných stromů. F. Sitenský (1851—1924) uveřejnil fytopatologické poznámky ve Věstníku král. české společnosti nauk 1896. J. Peyl, vrchní zahradník v Kačině, napsal v Lotosu 1864 „Einige physiokratische Beobachtungen" a v roce 1865 „*Cercosporium polymorphum* Peyl" (= *Fusicladium pyrinum*). Mimo to je i autorem samostatného spisku „Pilzkunde für Landwirte, Forstmänner, Gärtner und Hausfrauen", který vyšel v Praze v roce 1863. W. G. Schneider napsal v Třešticích r. 1851 „Beobachtung über die Kartoffelkrankheiten und die Ursachen derselben".

Ve výzkumu hub nastal v Čechách po určité stagnaci po smrti Cordově velký obrat příchodem F. Bubáka (1866—1925), který se zabýval spolu s J. E. Kabátem studiem drobnohledných hub a popsal mnoho nových druhů. Bubák procestoval různé kraje, kde prováděl mykologický výzkum, a určoval také materiál zasílaný z ciziny. Počet jeho mykologických prací je velký; napsal i monografii o českých rzích, která vyšla v Praze v roce 1906 a později i německy. Také monografie o českých snětích vyšla česky i německy. Když se stal profesorem fytopatologie na hospodářské akademii v Táboře, počal se zabývat i některými otázkami fytopatologickými a na-

psal skripta z fytopatologie. Nějaký čas působil jako profesor botaniky a fytopatologie na Vysoké škole zemědělské v Brně, ale záhy odešel na České vysoké učení technické do Prahy.

V téže době začíná i působení J. Stoklasy (1857—1936), který jako biochemik dal podnět k založení chemicko-fysiologické výzkumné stanice v Praze; na jeho popud byla také tato stanice rozšířena o oddělení fytopatologické a oddělení pro kontrolu semen kulturních rostlin. Zasloužil se hlavně o studium škodlivosti průmyslových podniků, zejména kouřových plynů. Spolupůsobil i při zakládání speciálních stanic cukrovarnických, napsal mnoho prací o chorobách a škůdcích cukrovky. Na stanici založené Stoklasou pracoval nějaký čas i Bubák a po něm J. Uzel (1868—1946), který napsal mimo jiné pojednání „O cizopasné houbě *Cercospora beticola* Sacc. na řepě cukrové a krmné" (zpráva z Výzkumné stanice fysiologické české odb. rady zem. pro král. české při c. k. vysoké škole technické v Praze v roce 1904), pracoval však hlavně v entomologii. Po jeho odchodu do ciziny nastupuje na jeho místo na stanici F. Straňák (1876—1957), který organizoval ochranu rostlin v Československu spolu s J. Smolákem a E. Baudyšem. J. Smolák (nar. 1882) vyšel ze školy akademika B. Němce a je znám jako autor první učebnice fytopatologie pro hospodářskou školu. Žákem akademika Němce je i J. Peklo (1881—1951), profesor fytopatologie na Vysokém učení technickém v Praze. Peklo napsal skripta z hospodářské i lesnické fytopatologie a velké množství fytopatologických prací. V roce 1921 byl založen časopis „Ochrana rostlin" jako věstník fytopatologické komise Svazu pro zemědělské a zemědělsko-průmyslové výzkumnictví v Praze, který sdružoval všechny tehdejší pracovníky v ochraně rostlin.

Na Moravě nebyla fytopatologie po dlouhou dobu organisována. Nejdříve byl prováděn jen floristický výzkum (von Niessl, H. Zimmermann, F. Petrak, J. Hrubý, R. Picbauer), k fytopatologickému výzkumu dochází teprve v nově zřízené Moravské zemské hospodářské výzkumné stanici pro pěstování rostlin na Moravě (r. 1899), jejímž prvním ředitelem se stal J. Vaňha. J. Vaňha (1858—1911) byl původně asistentem na Vysoké škole zemědělské ve Vídni při stolici všeobecné a speciální nauky pěstování rostlin, jakož i všeobecné patologie rostlinné. Nově zřízená stanice v Brně měla též konat pokusy s potíráním chorob rostlin. V roce 1909 byla tato stanice změněna v Moravský zemský výzkumný ústav zemědělský v Brně. Vaňha byl u nás jedním z prvních šlechtitelů rostlin, který věnoval pozornost i chorobám rostlin a řešil některé velmi důležité otázky z ochrany rostlin. Po první světové válce se Moravský zemědělský výzkumný ústav rozpadl na řadu sekcí, mezi nimiž byla i sekce fytopatologická.

Na vysokých školách přednášel fytopatologii po prvé J. Uzel na Vysoké škole zemědělské v Praze, po něm L. Čelakovský a A. Štolc. Většinou však přednášel, vedl praktika a exkurse z tohoto oboru jejich asistent E. Baudyš, který později po zesnulých profesorech přednášky převzal zcela, a to nejen pro zemědělce, ale i pro tehdejší kulturní inženýry; po první světové válce začíná po prvé přednášet fytopatologii i pro lesníky. Po Baudyšově odchodu do Brna přednáší fytopatologii v Praze opět J. Uzel, po něm F. Bubák, J. Peklo a J. Smolák. V Brně na Vysoké škole zemědělské přednášel F. Bubák, krátce J. Smolák a od roku 1923 E. Baudyš; lesnickou fytopatologii přednášel A. Bayer.

Po druhé světové válce dochází ve fytopatologii k další specialisaci, je

založen zvláštní směr fytopatologický při Vysoké škole zemědělské v Praze a fytopatologie se začala přednášet i na biologických fakultách universit a na nově založené Vysoké škole zemědělské v Košicích, později v Nitře. Vznikla celá řada speciálních výzkumných ústavů s fytopatologickými odděleními a celou řadou specialistů.

1. Zevní symptomy strádání z nedostatku dusíku u cukrovky.

Orig. Tupý

2. Zevní symptomy strádání z nedostatku fosforu u cukrovky.

Orig. Tupý

Fysiologické choroby

CHOROBY Z NEDOSTATKU NEBO NADBYTKU VÝŽIVY

V procesu evoluce se rostliny přizpůsobily určitým podmínkám vnějšího prostředí a tím si vytvořily určité nároky na komplex faktorů prostředí. Velmi důležitým faktorem, který má silný vliv na růst a vývoj rostliny, je půda.

Půda jako oblast biosféry, kde nejintensivněji probíhají různé chemické pochody, je na rozdíl od litosféry prostředí, které se neustále mění. Velká variabilita podmínek minerální výživy způsobila, že rostliny získaly schopnost existence v rozmezí značné amplitudy podmínek prostředí. U každého druhu rostlin se vytvořila potřeba určitého kvantitativního poměru živin, při němž probíhá růst a vývoj nejlépe.

Různý účinek jednotlivých živin je podmíněn jejich fysiologickou úlohou v životě rostlin. Povaha příjmu živin je podmíněna jednak biologickými zvláštnostmi rostliny, jednak tepelným, světelným a vodním režimem půdy, reakcí půdy, koncentrací a kvantitativním poměrem prvků, formou živin v půdním roztoku atd. Živiny jsou vedle atmosférických vlivů nejdůležitějším z faktorů vnějšího prostředí, které formují rostlinu a určují její vitalitu. Mohou poškozovat rostliny jak svou kvalitou, tak kvantitou; kvalitou tehdy, není-li správný vzájemný poměr jednotlivých živin nebo nevyhovuje-li rostlinám forma jejich chemického složení, kvantitou, je-li živina v nadbytku nebo nedostatku.

Silné porušení podmínek minerálního prostředí, k němuž je rostlina přizpůsobena, vede k strádání nebo v krajním případě k uhynutí rostlin. Hladovění z nedostatku některého živinného prvku nemusí být vždy způsobeno jeho přímým nedostatkem v půdě, ale může se objevit jako následek nepříznivé půdní reakce, kdy je prvek půdou chemicky vázán, a je tedy pro rostlinu nepřijatelný. Ochoření se projevuje poruchami látkové výměny, poruchami růstu, neplodností, po případě snížením výnosu. Mění se také celkový habitus rostliny; změny se projeví ve stavbě stonků, větvení, v rozměrech, tvaru a zbarvení listů, v urychlení nebo zpomalení jednotlivých fází vývoje rostliny atd.

Symptomy strádání se objevují buď na celé rostlině, jako je tomu např. při nedostatku fosforu, nebo jen na jednotlivých částech rostliny, např. při nedostatku vápníku, boru, mědi. Organismus zesláblý strádáním je náchylnější k parasitním chorobám a podléhá snadno škůdcům.

Příčin nedostatku výživy je celá řada. Může to být nedostatečné hnojení půdy, špatné doplňování některých živin odčerpaných vysokými výnosy na plodných půdách, nesprávné používání jednotlivých typů strojených hnojiv, nadbytek některých živin a nepřístupnost jiných živin pro rostliny,

nevhodná koncentrace vodíkových iontů v půdním roztoku, nebo také případy, že zvýšená potřeba živin, podmiňující vysoký výnos, není v jednotlivých fázích růstu zabezpečena. Poruchy ve výživě rostlin se konečně také projeví, když se zapomíná na systematické doplňování některých prvků každoročně odčerpávaných rostlinami z půdy; jde tu zvláště o nedostatek stopových prvků, jimž není věnována dostatečná pozornost.

Nedostatek živin, jímž trpí rostliny, se odráží i na zvířatech a lidech, odkázaných na méněcennou rostlinnou potravu. Proto je třeba výživě rostlin věnovat patřičnou pozornost.

V naší stati nemohou být probrány všechny problémy spjaté s ochuravěním rostlin vlivem špatné výživy, neboť tato problematika je příliš rozsáhlá a zemědělská fytopatologie se zabývá v podstatě chorobami infekčními. Problematikou výživy rostlin se podrobně zabývá agrochemie. Z toho důvodu nejsou podrobně probrány ani způsoby léčení pro všechny případy ochoření rostlin z nedostatku výživy.

POŠKOZENÍ ROSTLIN Z NEDOSTATKU ŽIVIN

Nedostatek hlavních biogenních prvků

Nedostatek dusíku

Dusík patří k nejdůležitějším biogenním prvkům v životě rostliny. Je obsažen v nejdůležitějších dusíkatých látkách — aminokyselinách, z nichž je vytvořena molekula bílkoviny, v nukleinových kyselinách, v chlorofylu, fosfatidech, mnohých glykosidech, alkaloidech a jiných látkách. Proto má značný vliv na celý rostlinný organismus a na všechny projevy životní činnosti. Jeho účinek na vegetaci je pronikavý a rostliny reagují na nedostatek dusíku velmi citlivě.

Podle Magnického (1954) se nedostatek dusíku objevuje u rostlin v určitých fázích vývoje na všech typech půd, zvláště z jara, kdy mohou být zásoby dusíku při tání sněhu vyplaveny hluboko do spodiny a mikrobiální pochody ve studené půdě probíhají ještě slabě.

Při poměrně malé zásobě dusíku v půdě může i slabé sucho vést v pozdějším období vegetace k strádání rostlin z nedostatku dusíku. V době sucha, kdy se půdní vláha stahuje nahoru, jdou s ní do vrchního horizontu půdy i dusíkaté soli, a jak svrchní vrstva půdy vysychá, kořeny nemohou přijímat živiny, protože v suché půdě nejsou schopny vykonávat své funkce.

Nedostatkem dusíku trpí rostliny nejčastěji na písčitých, hlinitopísčitých, písčitohlinitých a drnopodzolových půdách a šedozemích. Jde o půdy s nízkým obsahem organických látek, se zvýšenou kyselostí, jež brání nitrifikačním procesům v půdě.

Zevní příznaky hladovění rostlin při nedostatku dusíku jsou projevem nedostatku tohoto prvku pro synthetické pochody v rostlině. Zastavuje se synthesa bílkovin, nepřibývá organické hmoty, rostliny zakrňují, listy jsou nepravidelně vyvinuté, malé, tvorba plodů je nedostatečná a semeníky opadávají. Při silnějším nedostatku dusíku dochází k přesunu dusíkatých látek ze starších částí rostliny do mladších, rostoucích orgánů. Starší orgá-

ny potom žloutnou a odumírají. Tento jev je nápadný u ječmene, ovsa a zvláště u kukuřice. Jedním z projevů nedostatku dusíku je také intensivní patologická tvorba anthokyanu, takže listy dostávají oranžový až červený odstín. Rostliny mají vzhled křehkosti a tuhosti, listy jsou tuhé, krátce řapíkaté, se silně vyvstalou nervaturou. Tuhost rostlin při nedostatku dusíku je podmíněna anatomicky zvýšenou tvorbou podpůrných pletiv. Listy jsou často úzké a zdají se nepřirozeně dlouhé. Normální sytě zelená barva listů přechází do světle zelené až žluté (pozor na záměnu se zachlazením). U generativních orgánů se nedostatek dusíku projevuje hluchostí klasů, jalovostí lat u obilnin a u ostatních rostlin špatným nasazováním květů i plodů.

Typické příznaky silného nedostatku dusíku u hospodářsky důležitých rostlin

Obilniny. Symptomy nedostatku dusíku jsou uvedeny v kapitole o chorobách obilnin, díl II.

Okopaniny. Nedostatek dusíku je u okopanin faktorem, který omezuje růst více než nedostatek druhých hlavních živin. Brambory mají slabou nať, snižuje se výnos a kvalita hlíz. Listy mají světle zelenou nebo až žlutozelenou barvu. Nejdříve jsou postiženy spodní starší listy; později ztrácejí okraje spodních listů chlorofyl, zbarvují se světle žlutě, listy odumírají a opadávají (tab. III, 1). Řepa tvoří chudou listovou růžici s drobnými chlorotickými listy. Chlorosa začíná od nervů a přilehlých partií listové čepele (tab. I, 1). Příznaky nedostatku dusíku se objevují již v raných fázích vývoje.

Motýlokvěté pícniny. U vojtěšky a jetele rostliny rychle žloutnou odspodu. Na kořenech vojtěšky se netvoří bakteriové hlízky.

Zelenina. Listy zelí jsou světle zelené, u nejstarších přechází barva do oranžové až purpurově červené. Hlávky se tvoří špatně. Rajčata mají při nedostatku dusíku slabé, drsné lodyhy, které se zbarvují modravě až purpurově červeně. Listy jsou tenké, nitkovité (nezaměňovat s podobným příznakem u stolburu), žloutnou od středního nervu směrem k okrajům a na spodní straně se zbarvují purpurově. Starší listy jsou na spodní straně šedožluté a opadávají. Plody jsou drobné a nedozrávají.

Ovocné dřeviny. Letorosty jsou krátké a tenké, řídce olistěné. Listy mají žlutozelenou barvu, později s oranžově červeným odstínem.

Aby se u polních plodin předešlo projevům nedostatku dusíku, je třeba zachovávat agrotechnická opatření, vápnit kyselé půdy, hnojit organickými hnojivy (chlévským hnojem, komposty) a používat zeleného hnojení. Motýlokvěté pícniny v osevním postupu snižují podstatně symptomy hladovění rostlin z nedostatku dusíku.

Nedostatek fosforu

Fosfor má v životě rostlin význačnou fysiologickou úlohu; je obsažen v nukleoproteidech, které mají velký význam ve výstavbě buněčného jádra, fytinu, fosfatidů atd. Tím, že je obsažen v hexosofosfátech, jejichž tvorba je začáteční fází přeměny cukrů při dýchání, spolupůsobí ve výměně glycidů. Urychluje také průběh řady enzymatických procesů.

Vzhledem k tomuto významu fosforu pro rostliny, hlavně k jeho účasti na stavbě buněčného jádra, složitých organických sloučenin a výměně glycidů, dochází při jeho nedostatku k podstatným funkčním poruchám,

které se projevují nápadnými zevními příznaky hladovění. Zvláště škodlivý pro rostliny je nedostatek fosforu v období tvorby generativních orgánů.

Poruchy z nedostatku fosforu se mohou vyskytovat na všech typech půd, nejčastěji však jsou na půdách s kyselou reakcí, na půdách chudých na mobilní kyselinu fosforečnou a bohatých na mobilní formy Al. Také snížená půdní vlhkost ztěžuje rostlinám přijímání fosforu. Poruchy vyvolané nedostatkem fosforu probíhají ve srovnání s poruchami vyvolanými nedostatkem jiných prvků, jako např. dusíku a draslíku, méně akutně, protože nevylučují tvorbu chlorofylu a nechávají chemismus chlorofylu dlouho nedotčen. Nedostatek se projeví spíše interně v tvorbě jaderné hmoty a tím v dělení buněk a následně potom v generativní fázi vývoje rostliny.

Dvěma hlavními symptomy nedostatku fosforu zdůrazňovanými v literatuře (Merkenschlager 1933) jsou nadměrné hromadění chlorofylu v listech a posunutí doby květu a zrání. Oba tyto jevy mají těsnou souvislost s metabolismem kyseliny fosforečné v rostlině. Všeobecně se nedostatek fosforu projevuje na zevním habitu rostliny patologicky zesílenou tmavozelenou barvou listů, která nepřechází, než list odumře, do světle zelené nebo žluté, jak je tomu při nedostatku jiných živin, ale přímo do hnědé. Není-li nedostatek fosforu zvláště citelný, uchovává se tmavozelená barva listů až do konce vegetace a je jediným zevním příznakem nedostatku.

Zevní symptomy mají mnoho variant. Listy schnou pravidelně od špičky a přímo přecházejí do tmavohnědé barvy. Špičky listů se ohýbají dolů a při lehkém závanu větru se pohybují živěji než listy zdravých rostlin.

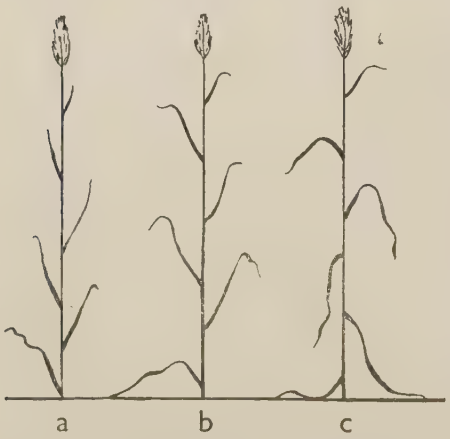
Za průkazný symptom nedostatku fosforu je dále možno považovat červené zbarvení vegetativních orgánů rozlišené do různých odstínů. Podle Czapka (1913) se na tomto jevu podílejí chromolipoidy a celý proces je provázen intensivní tvorbou anthokyanu. Např. u ovsa se barví listy krátce před sklizní tmavokarmínově, hlavně za suchého počasí (nezaměňovat s napadením *Tarsonemus spirifex* Marchal). Vogel (1929) zjistil při nedostatku fosforu červené zbarvení hlávek salátu. U rajčat, která reagují na nedostatek fosforu velmi citlivě, se zbarvuje do fialova již spodní strana děložních listů.

Nedostatek fosforu vyvolává u rostlin nápadný vzhled křehkosti a tuhosti, který je vysvětlován silně redukovanou spotřebou vody (obr. 1). Rostlina ztrácí plasticitu a pružnost, listy trčí ztrnule a průduchy jsou částečně uzavřeny. Klasický příklad tohoto jevu při nedostatku fosforu nacházíme u mladých klíčních rostlin rajčat. Rajče označuje Meyer (1929) jako indikátorovou rostlinu pro nedostatek fosforu v půdě. Proti mladým rostlinkám dostatečně zásobeným fosforem, jejichž děložní lístky jsou postaveny horizontálně nebo sklopeny dolů a první dva listy rozevřeny, se rostliny hladovějící po fosforu vyznačují tím, že děložní lístky svírají k růstovému vrcholu ostrý úhel jako klepeta, jsou úzké a fialové a první dva listy zůstávají sevřeny (obr. 2). S typickým stavem křehkosti se setkáváme také u brambor.

Všechny pochody související se sexuálními funkcemi rostliny probíhají při nedostatku fosforu nedostatečně. Rostliny nasazují špatně na plod, plody ovocných dřevin jsou drobné, kyselé a předčasně opadávají. U některých rostlin, např. u kukuřice, nedostatek fosforu negativně ovlivňuje tvorbu samčích květů. Vegetační doba se při nedostatku fosforu prodlužuje a období vegetačního klidu se zkracuje.

Typické příznaky nedostatku fosforu u hospodářsky důležitých rostlin

Okopaniny. U brambor je silně oslaben růst, nať má sežehnutý vzhled, větvení je slabé. Listy jsou tmavozelené a na spodních listech, hlavně na jejich vrcholovém konci, se objevují hnědě zbarvené proužky. Odumřelé pletivo listů se zkrucuje směrem nahoru (tab. III, 2). Rostliny se opožďují o týden i více v květu. Listy řepy ztrácejí lesk a dostávají tmavozelenou barvu s modravým odstínem. Při silnějším nedostatku fosforu černají jejich okraje (černání je ostře ohraničeno), přičemž se zbarvují černě i konce nervatury. Příznaky se objevují nejdříve na starých spodních listech (tab. I, 1).Typické jsou také příznaky způsobené nedostatkem fosforu na hlízách bramborů. V dužnině hlízy se objevují rezavě hnědé skvrny, jež splývají a vytvářejí větší hnědé plochy. Skvrny se objevují i v peridermu a mohou se šířit také svazky cévními. Mají různé rozměry, od nepatrných teček až do velikosti 2 centimetrů. Jejich množství je různé. Je-li nedostatek fosforu slabý, objevuje se na hlíze jen jedna malá skvrna. Při silném hladovění jsou hnědé skvrny rozsety po celé hlíze. Skvrny nejsou uspořádány pravidelně. Zevním vzhledem se většinou tyto hlízy neliší od normálních; při vaření zůstávají rezavá místa tvrdá a oddělují se od ostatní uvařené dužniny. Skvrny nemusí být vždy následkem hladovění rostlin po fosforu; příčinou mohou být např. také virové choroby nebo poškození hlíz následkem nízkých nebo vysokých teplot.



1. a) Zevní vzhled rostlin při nedostatku dusíku, b) fosforu, c) draslíku. Podle Schaffnita 1928

Motýlokvěté pícniny. Vojtěška a jetel mají tmavé, matové listy, které jsou přitisklé k lodyhám. Na spodních listech se objevují někdy tmavohnědé až černé skvrny.

Přadné rostliny. U lnu se projevuje nedostatek fosforu v nepravidelném růstu rostlin. Lodyhy jsou vytáhlé a tenké, rostliny se slabě větví, nasazují málo květů, mají drobounké listy, které jsou matové, přitisklé k lodyze, předčasně žloutnou a opadávají.

Zelenina. Rajčata mají při ne-

2. Nedostatek fosforu u rajčat (*Solanum lycopersicum* L.): a) klíční rostliny strádající, b) normální rostliny.

Podle Meyera 1929

dostatku fosforu tenké niťovité lodyhy; listy mají zpočátku šedozelenou barvu, později se jejich spodní strana zbarvuje fialově hnědě. Fialový nádech dostávají i lodyhy a změna barvy se projeví na celé ploše listů. Plody pozdě a nepravidelně dozrávají. Kořeny rostlin jsou při nedostatku fosforu rezavě hnědé.

Ovocné dřeviny. Mají krátké a tenké letorosty, jsou řídce olistěné, listy jsou matově zelené s purpurovým nebo bronzovým odstínem. Opadávají předčasně. Květů je málo, plody jsou drobné.

Nedostatek draslíku

Draslík je pro rostliny velmi důležitým prvkem, jak ukazuje i jeho velké procento v rostlinném popelu. Má jako dusík a fosfor velký fysiologický význam. Za jeho přítomnosti se zvyšuje příjem dusíku a synthesa bílkovin. Draslík podporuje bobtnání koloidů plasmy, což je velmi důležité pro normální průběh procesů výměny látkové, zvláště pro vnikání vody do buněk. Bylo zjištěno, že draslíkem jsou bohatá zvláště meristematická pletiva, embrya, zásobní orgány a mesofyl listů. Přítomnost draslíku ve všech aktivně rostoucích pletivech ukazuje na jeho úkol v růstových jevech a dělení buněk. Podle těchto funkcí je draslík výslovně prvkem vegetativním, tj. působícím na růstové pochody.

Je známo, že draslík má významnou úlohu při dýchání; za jeho nedostatku se zvyšuje spotřeba glycidů. Těsný vztah je také mezi draslíkem a vodním režimem rostlin: draslíku se přisuzuje význam v úpravě vodní bilance rostliny; působí ochranně při nadměrné ztrátě vláhy v období sucha a chrání rostliny před účinky nízkých teplot.

Bylo dokázáno, že radioaktivní isotopy draslíku podporují fotosynthesu. Zvyšují především intensitu asimilace, tvorbu glycidů, jež jsou výchozími složkami pro vznik anthokyanu, který má ochranný význam proti mrazu.

Draslík se nedá nahradit jiným živným prvkem a jeho nedostatek je příčinou poruch odrážejících se v metabolismu rostlin a změn vzhledu. Pravidelný nepřetržitý přísun draslíku potřebuje rostlina po celou vegetaci. Nedostatek se snaží kompensovat vyšší resorpcí sodíku, a proto se někdy nedostatek draslíku neprojeví tak výrazně.

S ochořením z nedostatku draslíku se často setkáváme na rašelinných půdách, na půdách poříčních niv, na písčitých a písčitohlinitých drnopodzolových půdách nedostatečně hnojených draslem po vysokých výnosech, které odčerpávají zásobu draslíku z půdy. Tyto půdy obvykle bývají také bohaté na vápník a hořčík, které brzdí přísun draslíku do rostliny.

Patologické procesy při nedostatku draslíku mohou značně zesílit zvláště tehdy, je-li v půdě nadbytek jiných živin nebo hnojí-li se jimi v nadbytku (např. při silném vápnění). Ehrenberg (1919) upozornil na tento velice rozšířený jev a nazval jej sekundárním nedostatkem draslíku. Při nedostatku draslíku půdy snadno vysychají, rostliny snadno poléhají a citelně reagují na krupobití a mrazy (Baudyš 1939).

Zevní příznaky hladovění z nedostatku draslíku jsou výrazné a dají se lehko odlišit od příznaků vyvolaných nedostatkem jiných živin. Objevují se u rostlin v různých fázích vývoje, u ječmene např. již 5. den po vzejití, u jetele až koncem vegetace. Nelze tedy zevní projevy nedostatků zevšeobecňovat na určitou fázi vývoje rostlin. Sannikovová (1950) rozděluje rostliny podle toho, kdy reagují na nedostatek draslíku, na dvě skupiny.

U první skupiny, kam řadí obilniny, brambory, pohanku a čočku, se příznaky hladovění projevují zevními symptomy v prvních dvou týdnech po vzejití, které u obilnin rychle mizí, a dále se projeví nedostatek jen slabým růstem rostlin. U druhé skupiny, zahrnující mák, konopí, tabák, slunečnici, řepu a proso, se příznaky hladovění objevují až za 6 týdnů po vzejití. Ostatní rostliny reagují zevními symptomy na nedostatek draslíku později, mnohdy až koncem vegetace.

Na rozdělení S a n n i k o v o v é je třeba se dívat kriticky, hlavně u druhé skupiny, kde malá semena, která mají naprosto mizivé zásoby draslíku, prý projevují nedostatek později než poměrně velká semena skupiny první. Tyto jevy souvisí spíše s individuální schopností druhů rostlin osvojovat si tíže přístupné draslo silikátové, které je prakticky ve všech půdách v poměrném dostatku.

Vedle ostatních faktorů byla zjištěna také závislost výskytu zevních příznaků při nedostatku draslíku na klimatických podmínkách, neboť je těsný vztah mezi hospodařením vláhou a příjmem živin. Symptomy hladovění se objevují obvykle po delším období horkého a suchého počasí, a to tím intensivněji, čím déle toto počasí trvá. V krajním případě rostliny hynou.

Podle prací různých autorů, kteří se zabývali problematikou deficience, jsou pro nedostatek draslíku charakteristické tyto symptomy: nedostatečně se tvoří podpůrná pletiva a dřevní části svazků cévních, stěny buněk jsou nápadně tenké, zmenšuje se tloušťka vrstvy palisádového parenchymu a buňky jsou menší, růst rostlin je brzděn, rostliny jsou malé, zakrnělé, internodia zkrácena. Protože rostliny při nedostatečné zásobě draslíku rostou zpočátku normálně a listy se dobře vyvíjejí, nedostatek draslíku se neprojeví tak silně zmenšením asimilační plochy, jako je tomu při nedostatku dusíku a fosforu, ale spíše změnou jejich tvaru. Pro většinu rostlin je charakteristické, že se listy zvlňují, křiví nebo svinují. Často se následkem ostrého stahování listových okrajů objevují na listech malé otvory, takže listy vypadají jako rozhlodané od hmyzu. Mladší a nově se tvořící listy mají stále protáhlejší tvar, např. mladé listy růžice řepy. Široké listové čepele rostlin, jako slunečnice, tabáku, okurky, se poklesem turgoru kopulovitě vyklenují. U jiných rostlin se svinují okraje listů dolů (konopí, len, mák, fazol, rajče). Zvlnění listové plochy při nedostatku draslíku je charakteristické u kukuřice. Při silném nedostatku draslíku nejsou rostliny tuhé a křehké, jak je tomu při hladovění z nedostatku dusíku nebo fosforu, kdy výměna látková je sice redukována, ale rostliny dále vegetují, nýbrž naopak vadnou, protože mají potíže v zásobování vodou. Nedostatek drasla u kukuřice způsobuje ucpání kolének stébel železem a toto porušení transpiračního proudu vede k sekundárním parasitním chorobám.

Vedle typického sklonu rostlin k předčasnému shazování listů se při nedostatku draslíku (např. u lupiny) objevuje i hromadné odumírání listů. Charakteristickým příznakem hladovění je změna barvy listů, která se velmi různí. U mnoha druhů se počíná projevovat nedostatek draslíku tím, že listy dostávají modrozelenou barvu (podoba s nadbytkem dusíku), jež se často dlouho uchovává a mnohdy přechází do fialové nebo hnědé. Jindy jsou listy matné, šedozelené s bronzovým odstínem, který je způsoben malými hnědavými skvrnami, jako např. u brambor a jetele. Při silném nedostatku draslíku je místně brzděna tvorba chlorofylu a objeví

1. Zevní symptomy strádání z nedostatku draslíku u cukrovky.
Orig. Tupý

2. Zevní symptomy strádání z nedostatku manganu u cukrovky.
Orig. Tupý

se chlorotické skvrny žluté barvy, vystupující hlavně mezi nervy a na okrajích listů. Skvrny se šíří od základu ke špičce a mají většinou nepravidelný tvar. Někdy se tvoří žlutohnědé tečky, šířící se od okrajů směrem k střednímu nervu. Žluté skvrny jsou jen prvním stupněm rozpadu listového pletiva; při druhém stupni hnědnou. Skvrny se rychle zvětšují, potom hnědnou a usychají celé listy, aniž zežloutly.

Typická je také okrajová spála listů zvaná „kaliová". Okraje a špičky listů jsou jako popálené, žloutnou, hnědnou a po celé listové ploše mezi nervy se později tvoří žlutavé, rychle hnědnoucí skvrny. Skvrny na listech se objevují často tak rychle, že celý list dostává žlutý odstín. V poslední fázi listy od okraje schnou a celé zhnědnou. Řapíky a nervatura s přilehlým okolím zůstávají zelené a konečně hnědnou bez předchozího přechodu do žluté barvy. Za horkého počasí se pokožka odlupuje v celých pruzích a povrch listů je potom stříbřitě bíle pruhován (mák, řepa, brambory). Při nedostatku draslíku jsou listy křehké, ztrácejí pružnost a jsou nápadně porostlé trichomy. Pletivo listů je vodnaté a řídké. Všechny tyto symptomy se objevují nejdříve na spodních, starších listech a šíří se směrem nahoru podle stupně nedostatku, podmínek počasí a jiných faktorů. Vrcholové listy zůstávají nejdéle zelené (rozdíl od tracheomykos, při nichž vadnou nejprve vrcholové listy).

Při slabém nedostatku draslíku, kdy není znemožněna tvorba plodů, je předčasným dovršením životního cyklu urychleno dozrávání; setkáváme se však naopak i s tím, že plody při nedostatku draslíku nedozrávají, např. u rajčat a okurky. Silný nedostatek draslíku vyvolává hynutí květenství, hluchost klasů u obilnin, opad plodů, po případě jejich nerovnoměrné zrání. Podle B a u d y š e (1939) jsou bramborové hlízy malé, při vaření zůstávají tvrdé a mají špatnou chuť.

Velmi citelně se nedostatek draslíku projeví u řepy, brambor, rajčat, okurky, slunečnice a hořčice, slaběji u lnu a lupiny. Obilniny až na ječmen reagují slabě nápadnými příznaky.

Typické příznaky nedostatku draslíku u hospodářsky důležitých rostlin

O b i l n i n y. Nedostatek drasla vyvolává větší sklon obilnin k poléhání se všemi nevítanými agrotechnickými následky. Podle S c h r o p p a (1951) se u žita velmi zřídka setkáváme se zevními symptomy nedostatku. U ovsa je známa žlutá pruhovitost a svinují se špičky listů. Pšenice a ječmen trpí hnědou pruhovitostí. Listy kukuřice mají žlutohnědé skvrny na okrajích listů a mezi nervy, špičky listů odumírají. Pícní trávy jsou při nedostatku draslíku v půdě vybledlé a na listech se objevují světle žluté až bílé skvrny.

M o t ý l o k v ě t é p í c n i n y. Typickým příznakem nedostatku draslíku je změna barvy listů, které blednou a hnědnou od okraje. U koňského bobu se tvoří na listech šedočerné skvrny. Vojtěška má podle H i l t n e r a (1923) malé listy s úzkými úkrojky, které se svinují nahoru. Příznaky nedostatku draslíku se zintensivňují po každé seči. Jetel a vičenec mají při nedostatku draslíku na okrajích spodních listů žlutavé až světle hnědé skvrny. Někdy odumřelá okrajová pletiva tvoří hnědý lem. Nejlepším ukazatelem nedostatku draslíku v půdě je keříčkovitý fazol; jeho listy nej-

prve žloutnou a na okrajích zasychají. Později žluté skvrny hnědnou, šíří se až do středu listů a listy se kadeří jako při napadení sviluškou.

Okopaniny. U brambor se nedostatek draslíku projeví zpravidla v době tvorby hlíz, kdy je potřeba draslíku vysoká. Když rostliny nemají dostatek přístupného draslíku z půdy, transportují jej z nati do hlíz a tak dochází k charakteristickým změnám zevního vzhledu nadzemní části. Listy mají nejprve tmavozelenou barvu jako při ochoření mosaikou, jsou vrásčité a povadlé. Na okrajích čepele listu a mezi nervy se objevují bronzově až hnědě zbarvené ostře ohraničené skvrny, které se rychle zvětšují, splývají, listy schnou a předčasně opadávají (nezaměňovat s virovou proužkovitostí, při níž nejdříve hnědnou nervy). (Tab. IV, 1.) Trsy jsou rozprostřeny, internodia ve svrchní části stonku jsou zkrácena. Hlízy jsou často rezavé, proti zdravým hlízám obsahují méně škrobu, více bílkovin a jsou náchylné k strupovitosti, kroužkovitosti atd.

Cukrovka a krmná řepa reagují na nedostatek draslíku okrajovou spálou listů. Okraje listů nejprve vyblednou, potom červenají a později se po celé ploše listů mezi nervy objevují žluté, rychle hnědnoucí skvrny. Řapíky a nervatura s nejbližším okolím zůstávají zelené. Při velmi silném nedostatku jsou i řapíky hnědě skvrnité nebo pruhované. Růst listů je nerovnoměrný a listy se kadeří. (Tab. II, 1.) Tato kadeřavost je často při slabším nedostatku draslíku jediným příznakem ochoření a připomíná poškození mšicemi. Rozdíl je v tom, že při napadení mšicemi se nepoškozené okraje listů svinují ostře dolů a hnědě zbarvené pletivo mezi nervy tvoří nepravidelné ostrůvky na zbývající zelené ploše listů.

Zelenina. Listy zelí a kapusty mají tmavozelenou barvu s modravým odstínem. Okraje listů zpočátku vyblednou a potom hnědnou. Růst hlávek je zastaven a hnědnutí okrajů se šíří i na další listy. Spodní listy rajčat ztrácejí zelenou barvu a barví se do bronzova nebo žlutohnědě; mladé listy jsou vrásčité a svěšené. Plody dozrávají nerovnoměrně, jsou drobné a nevybarvené, na jejich povrchu zůstávají zelené ostrůvky. Pro okurky je při nedostatku draslíku typická tvorba žlutého lemu na okraji listů; později se barví tento lem hnědě. Okurky mají hruškovitý tvar a špatnou chuť. Celer je při nedostatku draslíku zakrnělý a hnije.

Ovocné dřeviny. Při nedostatku draslíku tvoří ovocné stromy tenké, křehké letorosty. Jejich koruny schnou od vrcholu, hlavně na jílovitých půdách. Listy jsou drobné, nepravidelně rozložené a mají modrozelenou barvu; okraje jsou zprvu lehce chlorotické a potom se tu tvoří lem odumírajícího pletiva. Je to tzv. „okrajová spála ovocných dřevin" (Baudyš 1939), která se vyskytuje hlavně u rybízu, malin, švestek a někdy i hrušní. Okraje až do šířky 1 centimetru se zbarvují světle zeleně až žlutě, potom hnědnou nebo černají a svinují se na spodní stranu. Okrajovou spálu nesmíme zaměňovat s účinkem suchých větrů, které rychle spalují okraje listů, a s poškozením kouřovými plyny. Při nedostatku draslíku postupuje tento proces velmi pomalu. Čím více jsou rostliny zásobeny dusíkem, tím výrazněji se projevuje nedostatek draslíku. Stromy při nedostatku draslíku rodí nepravidelně a na jejich kmenech roste mech a lišejník. Konce letorostů odumírají již začátkem července, ovoce je drobné, málo cukernaté a snadno hnije. U švestek a meruněk se listy z jara svinují, jsou velmi drobné a žlutě kropenaté (nezaměňovat s virosami).

Nedostatek hořčíku

Hořčík je nezbytnou složkou chlorofylu. Působí na transport živin, hlavně fosforu ze starých listů a lodyh k rostoucím orgánům. Bylo také zjištěno, že má velký vliv na růst a oxyredukční procesy v rostlině. Je aktivátorem biochemických reakcí spojených s tvorbou glycidů a přeměnou fosforu v rostlinách; při jeho nedostatku se v listech kupí monosacharidy (Šugar 1956). S ochořením rostlin následkem nedostatku hořčíku se setkáváme hlavně na lehkých písčitých a hlinitopísčitých drnopodzolových půdách. Může se vyskytnout i na slancích, kde poměrný obsah hořčíku v přístupné formě je malý a vysoký obsah sodíku prudce snižuje jeho dostupnost rostlinám. Často bývá nedostatek hořčíku vyvolán překyselením půdy při hnojení fysiologicky kyselými hnojivy, kdy se zvyšuje vymývání hořčíku a je ztížen jeho transport do rostlin. Na takových půdách je nedostatek hořčíku obvykle provázen hnědou skvrnitostí lodyh spojenou s nadměrnou sorpcí manganu. Také při vápnění půdy hnojivy chudými na hořčík dochází k hladovění po hořčíku, protože vyšší obsah vápníku v půdním roztoku brání transportu hořčíku do rostliny. Rostliny jsou na poměr Ca^{++} a Mg^{++} (Loewův vápenný faktor) zvlášť citlivé a nedostatek nebo vysoký nadbytek jednoho způsobuje poruchy v metabolismu. Např. Duchoň a Provázek (1937) prokázali, že lupinám škodí více než nadbytek vápníku nedostatek hořčíku, jenž vyvolává chlorosu, která se pak léčí solemi železa. Rovněž déle trvající deštivé počasí způsobující vymývání lehkých půd může vést u kulturních rostlin k projevům nedostatku hořčíku. Nedostatek draslíku zintensivňuje ochoření. Symptomy nedostatku hořčíku u rostlin podrobně popisuje Gračanin (1939), Mazajev (1951) a jiní.

Prvním příznakem hladovění rostlin po hořčíku je typická chlorosa ve formě mramorovitosti listů, podobná virovému ochoření. Touto mramorovitostí trpí všechny kulturní rostliny, zejména réva vinná, ovocné stromy, okopaniny i obilniny. Na rozdíl od nedostatku vápníku je nedostatek hořčíku pozorovatelný nejdříve na starších částech rostliny, šíří se tedy odspodu nahoru. Je to podmíněno přesunem hořčíku nezbytného pro růst mladých částí ze starších listů do mladých. Odtok hořčíku probíhá z periferních partií spodních listů a buněk mesofylu hlavními nervy. Pletiva starších listů blednou od okrajů, skvrny se šíří mesofylem mezi nervy až k nervům, které zůstávají zelené. Je-li nedostatek hořčíku velmi silný, spodní listy postupně zbělejí až na nervy, jež se výrazně odrážejí svou zelenou barvou od ostatních pletiv. Skvrnitost se neobjevuje vždy a u všech rostlin nebo se neprojevuje ve své typické formě. Nezřídka se setkáváme s odchylkami způsobenými individuálními vlastnostmi rostlin a klimatickými podmínkami. Např. u okurky nezačíná skvrnitost přímo od okraje listu, takže po celém obvodu zůstává rovný zelený lem. Listy rostlin se při nedostatku hořčíku nevydouvají na líc jako při hladovění z nedostatku draslíku, ale jejich okraje se svinují nahoru. Někdy dostávají listy číškovitý tvar.

Chlorosa listů ochuzených o hořčík, který se přesunul do mladých orgánů, se dá vysvětlit na základě nepostradatelnosti hořčíku v molekule chlorofylu. Kromě toho při nedostatku hořčíku vzrůstá prudce oxydační potenciál, např. silně se zvyšuje aktivita peroxydasy, což je také jednou z příčin

odbourávání chlorofylu a výskytu chlorosy. Následkem nedostatku chlorofylu jsou zhoršeny podmínky asimilace a značně klesá výnos hmoty.

Dalším typickým příkladem hladovění rostlin z nedostatku hořčíku je zvýšená lámavost listů, která vzrůstá paralelně s nedostatkem hořčíku v půdě; nejvíce je patrná u širokolistých rostlin. Lámavost se vysvětluje vlivem hořčíku na vodní režim rostlin. Při nedostatku hořčíku se obsah vody zvyšuje, tím se zvyšuje i turgor, listy jsou potom křehké a lámou se již při lehkém dotyku. Následkem změn turgoru mezi středními a periferními částmi listů se listy svinují nahoru. Nedostatek hořčíku se projeví i na kořenovém systému. Kořeny bývají velmi slabě vyvinuty a tvorba postranních kořenů je silně potlačena.

Typické příznaky nedostatku hořčíku u hospodářsky důležitých rostlin

U cukrovky a krmné řepy při nedostatku hořčíku jsou nejprve postiženy starší listy. Nejdříve vyblednou okraje listů a části pletiva mezi nervy, potom se na těchto místech objevují žluté skvrny velikosti špendlíkové hlavičky a přecházejí při současném odumírání pletiva do hněda; celý list má kropenatý vzhled. Je-li nedostatek hořčíku velmi silný, slévají se skvrny v souvislé plochy poškozených pletiv rozkládajících se mezi výrazně zelenými nervy. Obsah cukru v bulvách klesá. Je zajímavé, že chorobu léčí draselná hnojiva obsahující hořčík ve formě síranu, kdežto hořčík ve formě chloridu působí škodlivě.

U brambor je typickým zevním příznakem nedostatku hořčíku čárkovitost listů, které jsou bledé, černě skvrnité a opadávají odspodu. (Tab. IV, 2.) Tuto čárkovitost nesmíme zaměňovat s virovou čárkovitostí, kdy jsou skvrny na listech hnědé. Někdy se objevuje u brambor bronzová skvrnitost.

Vojtěška, jetel a vičenec mají při nedostatku hořčíku na okrajích listů i na ostatní listové ploše mezi nervy světle hnědé skvrnky velikosti makového zrna. Příznaky nedostatku hořčíku se silně projevují zvláště v době květu a tvorby semen. U jetele jsou někdy skvrny červenavé.

Starší listy slunečnice při nedostatku hořčíku blednou a jejich barva přechází přes světle zelenou do žluta. Nervatura a přilehlé partie ostře vynikají zelenou barvou. Na okrajích listů se objevují tmavohnědé skvrny, okraje se ohýbají dolů a listy dostávají vyklenutou formu. Stonky se ohýbají v horní části. Květní úbory jsou drobné a svraštělé.

Listy rajčat se svinují nahoru, jsou křehké, žloutnou, objevují se na nich hnědé skvrny a předčasně opadávají. U zelí žloutnou listy mezi nervy, pletiva přiléhající k nervům zůstávají zelená. Listy jsou svraštělé a lámavé, na okrajích se objevují hnědé skvrny.

U špenátu je průběh ochoření jiný než u ostatních rostlin. V pletivu se mezi nervy tvoří velké bílé skvrny, které připomínají poškození vyskytující se při popálení sluncem.

Jabloně trpí chlorosou listů. Většina listů zhnědne a opadá, zůstávají jen listy na vrcholech letorostů. Plody jsou drobné, špatně dozrávají a mají špatnou chuť. Podle Baudyše (1952) při nedostatku hořčíku jablka hnijí od jádřince a v dužnině se objevují hnědé ostrůvky pletiva podobně jako při nedostatku boru. Při nedostatku hořčíku se také snižuje mrazuvzdornost letorostů. Mulder (1950) uvádí jako zevní sym-

ptomy při nedostatku hořčíku u ovocných stromů nekrosu pletiv listové plochy a tvorbu široké žluté okrajové zóny, která zabíhá někdy hluboko do dalších partií směrem k střednímu žebru. Při výskytu choroby se doporučuje postřik 2% roztokem síranu hořečnatého, několikrát opakovaný v 14denních intervalech.

U rybízu se při nedostatku hořčíku objevuje na starých listech purpurově červené zbarvení; jenom nervatura a okraje listů zůstávají zelené. Současně se okraje listů svinují dolů a mají lehce kopulovitý vzhled; listy předčasně opadávají. Hrušně při nedostatku hořčíku, hlavně na těžkých půdách, často trpí žloutenkou.

Strádání rostlin z nedostatku hořčíku odstraňujeme přihnojením speciálními druhy kainitů, tzv. hořčíkových, v množství 2—3 q na 1 ha, nebo ještě jistěji kalimagnesiem 1—2 q na 1 ha. Někdy se přidává do směsi hnojiv bezvodý síran hořečnatý z propočtu 12—16 kg MgO na 1 tunu hnojiv. Rychlý účinek má postřik 1—2% roztokem síranu hořečnatého.

Nedostatek železa

Nejčastější příčinou ochoření rostlin chlorosou je ztráta chlorofylu při nedostatku železa. Železo samo nevstupuje do molekuly chlorofylu, ale je nezbytné k jeho tvorbě. Chybí-li rostlině nebo je-li v půdě ve formě rostlinám nepřístupné, dochází k funkční poruše, obecně zvané chlorosa z nedostatku železa. Půdy obsahují všeobecně dostatek železa, a proto je jeho primární nedostatek řídkým jevem. Velmi častý je nedostatek sekundární, vyskytující se u rostlin pěstovaných na půdách s nadbytkem vápna. Jde tedy hlavně o půdy alkalické. Podle Molische (1916) obsahuje vápenitá půda alkalicky reagující vodu a rozpustné soli železa jsou sráženy na těžce rozpustný Fe_2O_3. Jiní autoři si vysvětlují sekundární nedostatek jako následek neutralisace kyselých kořenových výměšků alkalickým prostředím v kořenové mikrosféře. Rostliny se nemohou za tohoto stavu dostatečně železem zásobit a dochází k ochoření. Ani tímto sekundárním nedostatkem železa, tj. jeho poutáním půdou, není možné vždy vysvětlovat chlorosu. V mnoha případech bylo zjištěno, že chlorotické listy obsahují více železa než listy zdravé. Zjistil to např. Oserkovsky (1938) u hrušní a meruněk a dospěl k závěru, že není rozhodující absolutní obsah železa v rostlině, ale množství železa aktivního. Aktivní železo je organické povahy a je neustále převáděno do orgánů s aktivními životními pochody, jak zjistil Russel (1936). Podle Rogerse a Shiva (1932) je podíl aktivního železa v rostlině snižován některými pletivy, která mají reakci, při níž se železo částečně sráží, a tím dochází k chlorose.

Hlavním zevním symptomem ochoření z nedostatku železa je vedle některých dalších příznaků, jako např. pokles turgoru, vadnutí rostlin atd., žloutnutí listů. Na rozdíl od nedostatku jiných prvků, při němž se symptomy ochoření objevují nejdříve na starších částech rostliny, počíná chlorosa z nedostatku železa na mladých částech rostliny, protože železo nemůže rostlina transportovat do mladých rostoucích orgánů. Listy žloutnou přechodem přes světle zelenou barvu a nakonec jsou často úplně bílé. Pletiva při tom neodumírají. Chlorosa je rozšířena stejnoměrně po celé listové ploše, nervatura žloutne také. Větší nervy zůstávají déle zelené než ostatní pletiva.

Průběh choroby není u všech druhů rostlin stejný. Molisch (1892) uvádí popisy typických projevů nedostatku železa u různých rostlin. Kukuřice má první 2—3 listy normálně zelené, následující jsou žlutobílé nebo bílé. U hrachu jsou první 3—4 listy zelené, další žlutozelené a nové mladé listy i s úponkami sněhobílé. Vikev má prvních 6 listů normálně zelených, následující jsou žlutozelené. Hlavní výhon zastavuje prodlužovací růst a tvoří chlorotické boční prýty se žlutobílými listy. Klíčenci fazolu vytvoří při nedostatku železa obyčejně jen 5 listů zsinale zelené barvy. U slunečnice jsou při nedostatku železa dělohy normálně zelené, první pár listů žlutozelený, druhý pár žlutý nebo žlutobílý. Rostliny dále nerostou, zaschnou a odumírají. Ovocné dřeviny, hlavně třešně, jabloně a réva vinná, mají při nedostatku železa celé listy žlutozelené, někdy se objevují na listových čepelích žlutě zbarvené pruhy nebo klíny.

První pokusy o úspěšné vyléčení chlorosy z nedostatku železa jsou známy od r. 1857, kdy Gris vyléčil chlorotické rostliny potíráním roztoky solí železa. Hiltner (1915) zavedl postřik 0,5—1% roztokem síranu železnatého, který je dosud klasickým prostředkem v boji proti chlorose z nedostatku železa. V poslední době bylo dosaženo dobrých výsledků s cheláty železa. Jde v podstatě o etylendiaminotetraacetát s obsahem asi 12 % síranu železnatého. V praxi se často používá postřiku 0,5—1% síranem železnatým s přidáním 1% síranu amonného, zvláště u rostlin pěstovaných pod sklem.

Nedostatek vápníku

Vápník patří k prvkům, bez nichž se rostlina nemůže obejít. Při jeho nedostatku se objevují příznaky ochoření, které značně oslabuje rostlinu. Potřeba vápníku u vyšších rostlin se počíná silně projevovat již v nejranějším stadiu vývoje, v době klíčení semen. Při silném nedostatku vápníku klíční rostliny začínají strádat dříve, než jsou vyčerpány zásoby ze semene, a rostliny hynou. Vápník má velký význam při vyrovnávání fysiologické rovnováhy půdního roztoku v případech, kdy jednostranně převládnou různé kationty. Odstraňuje škodlivý účinek prvků zvyšujících kyselost živného prostředí a umožňuje tak rostlinám, aby si lépe osvojovaly živiny. Přítomnost iontů vápníku v půdním roztoku je nezbytná pro normální růst kořenů, zvláště v kyselém prostředí. V životě rostlin má vápník dále významnou úlohu jako detoxikant produktů látkové výměny, především kyseliny šťavelové. Chybí-li vápník, je kyselina šťavelová, vznikající při látkové výměně, vázána jen na draslík, a nahromadí-li se šťovan draselný, působí na rostliny jedovatě. Vápník má také vliv na zlepšení fyzikálních vlastností půdy, omezuje rozvoj půdních choroboplodných zárodků, škůdců atd. Mevius (1927) experimentálně dokázal vliv vápníku na regulaci permeability hlavně kořenových buněk, domnívá se, že převádí labilní stav permeability na stav stabilní, nezávislý na vnějších faktorech. Mnozí autoři, jako např. Raumer (1880), zjistili při nedostatku vápníku u rostlin velké poruchy v transportu látek. Vápník má charakteristickou vlastnost, že ho nemůže být rostlinou následně využito. Rostliny jej nemohou mobilisovat z exkretovaných útvarů, a proto jeho nedostatek začínají pociťovat nejprve mladé orgány.

Zevní symptomy nedostatku vápníku u rostlin se podle Magnického

(1954) dají shrnout do těchto hlavních znaků: 1. Příznaky ochoření se na rozdíl od nedostatku jiných prvků objevují nejdříve na mladých listech a orgánech. 2. Nedostatek vápníku postihuje nejprve růstové vrcholy jak stonků, tak kořenů. Růstové vrcholy odumírají. 3. Kořeny se silně větví, zastavují brzy prodlužovací růst, hnědnou, slizovatějí a odumírají. 4. Žloutnou celé listy, i nervatura. 5. Rostliny mají povadlý vzhled.

U různých hospodářsky významných rostlin mají symptomy nedostatku vápníku značnou variabilitu. Z bobovitých na nedostatek vápníku velmi rychle a výrazně reagují fazol a hrách. Dlouhé, jedovatě zelené listy fazolu se svrašťují, zasychají a jejich barva přechází do šedozelené. U hrachu se listy svinují a stonek od základu zahnívá. Lupina shazuje listy. Porosty čočky jsou při nedostatku vápníku nápadně slabé a odumírají. Jednotlivé listy se zbarvují světle žlutě.

U přadných rostlin, jako je konopí a len, se nedostatek vápníku projevuje slabým vývojem. Listy lnu jsou bledé a svírají se stonkem ostrý úhel. Z okopanin řepa při nedostatku vápníku zastavuje ihned růst. Při silnějším nedostatku její listy žloutnou a hlavy bulev vynikají nápadně z půdy. U mladých rostlin dochází často k černání kořínků nebo k řepné spále.

U brambor se na okrajích mladých listů objevují světle zelené proužky. Pletiva mohou odumírat. Listy se proto normálně nevyvíjejí a jsou často scvrklé; růstový vrchol odumírá. Při slabším nedostatku vápníku se okraje lístků svinují směrem nahoru, žloutnou a nakonec hnědnou. V hlízách se objevují hnědavé skvrny odumřelého pletiva. Tyto roztroušené skvrny je možno nejdříve pozorovat v oblasti svazků cévních na vrcholové části hlízy.

Mladé listy tabáku se při nedostatku vápníku typicky srpovitě ohýbají, později odumírají pletiva na špičkách a po okrajích listů.

Ochoření z nedostatku vápníku se vyskytuje také u zeleniny. Na mladých listech zelí se tvoří chlorotické skvrny nebo se na okrajích listů objevují bílé proužky. U starších listů se svinují čepele a po celé ploše vyvstávají hnědé, nekrotické skvrny. Rajčata mají povadlý vzhled, růstové vrcholy odumírají a horní mladé listy jsou kropenatě posety žlutými skvrnami. Listy potom celé žloutnou, schnou a opadají. Ve sklenících, kde bývá nedostatek světla, převyšuje potřeba vápníku normální potřebu v polních podmínkách, a proto se vyskytuje ochoření častěji.

Velmi zřetelně reagují na nedostatek vápníku ovocné stromy. Listy a plody předčasně opadávají a letorosty zakrňují. Stromy raší často v létě ze spících pupenů, mladé letorosty nemohou do zimy vyzrát, proto pomrzají a celý strom potom pomalu odumírá. Na listech se objevuje chlorosa. Žloutnutí listů ovocných stromů nesmíme zaměňovat s ochořením následkem zachlazení, následkem nedostatku, po případě nadbytku vláhy, nebo nedostatku jiných prvků. Při chlorose z nedostatku vápníku jsou listy světle zelené až žluté a předčasně opadávají. U peckovin, především meruněk a broskví, se nedostatek vápníku projevuje také špatnou tvorbou pecky. Také plody ovocných dřevin jsou kyselé.

Nedostatek síry

Síru potřebují rostliny k tvorbě bílkovin. Tvoří v rostlině v redukované formě součást některých aminokyselin (cystin, cystein, methionin), které jsou součástmi bílkovin. Působí na vývin kořenů a má určitou úlohu

v tvorbě chlorofylu. Její nedostatek vede k funkčním poruchám právě tak jako nedostatek jiných základních živin, hlavně dusíku. Protože zevní příznaky nedostatku jsou velmi podobné příznakům nedostatku dusíku, je často těžké stanovit přesnou diagnosu hladovění z nedostatku síry. Nedostatek se může objevit na lehkých písčitých půdách, neobsahují-li hnojiva dostatek $CaSO_4$.

Na rostlinách je možno pozorovat celkovou chlorosu a pomalý růst. Podobně jako při nedostatku dusíku jsou rostliny tuhé a křehké, což se velmi výrazně projevuje u kukuřice, cibule, koňského bobu, sóje, slunečnice a všech brukvovitých rostlin. Motýlokvěté pícniny po první seči slabě obrůstají. Listy brambor jsou při nedostatku síry nápadně malé a žloutnou. Nať dřevnatí a kořenový systém je slabě vyvinut. Pokud jde o změnu barvy listů, dochází k přechodu od normální zelené do zsinale zelené až žlutozelené barvy. Typické je také zbarvení okrajů listů do červenofialova, např. u kukuřice.

Jako indikátorové rostliny umožňující zjistit nedostatek síry v půdě jsou v literatuře uváděny pohanka, lesknice a jetel. Nedostatek síry zvlášť výrazně signalisují jeteloviny nízkým nasazováním semen a rostliny siličnaté (chmel, cibule, česnek) silnými zevními příznaky. Již před 100 lety byl proto u nás jetel hnojen sádrou. Jak prokázal Duchoň (1941), jsou k hnojení chmele, tabáku a cibule mnohem vhodnější síranové typy draselných hnojiv a z dusíkatých síran amonný.

Nedostatek stopových prvků

Vedle základních živin potřebují rostliny k zdárnému vývoji také prvky stopové neboli mikroelementy. Přestože jich rostliny vyžadují v poměru k hlavním živným prvkům nepatrné množství, mají tyto prvky velký význam v životě rostlin a ovlivňují životní pochody v rostlinném těle. Potřeba tak nepatrných množství stopových prvků k normálnímu vývinu rostliny činí často dojem, že je jich v půdě dosti a že nemůže docházet k projevům nedostatku, neboť podle půdních rozborů jsou tyto prvky v půdě v kvantech převyšujících několikrát požadavky rostlin. Při tom se však zapomíná, že stopové prvky jsou ve většině případů poutány půdou silněji než hlavní živiny a že i dusík, draslík a fosfor jsou v půdě v kvantech desetkrát i vícekrát převyšujících potřebu rostlin.

Protože při použití stopových prvků v různé aplikační formě, ať již přihnojujeme do půdy, postřikujeme na list, poprašujeme semena nebo je máčíme před výsevem v roztocích solí stopových prvků, se zvyšují výnosy a zlepšuje růst rostlin, je zřejmé, že koncentrace některých stopových prvků není v našich půdách dostačující pro normální spotřebu; je tedy třeba doplnit je na správný poměr, jak dokazují některé práce, např. Novák, Pelíšek (1940), Kratochvíl, Zakopal (1948), Blattný, Perlhefter (1946), i výskyt deficienčních chorob zjištěných v posledních letech.

Stopové prvky působí na rostlinný organismus specificky a individuálně; žádný z nich nemůže být ve své funkci zcela zastoupen jiným. Přestože se nedají např. bor, mangan, zinek, měď a další stopové prvky nahradit jeden druhým, přece jen dík schopnosti projevovat shodný katalytický

1. Zevní symptomy strádání z nedostatku dusíku u brambor.
Orig. Tupý

2. Zevní symptomy strádání z nedostatku fosforu u brambor.
Orig. Tupý

účinek a shodný účinek na bobtnání koloidů, viskositu, permeabilitu, mohou ukázat shodný účinek v mnoha fysiologických pochodech.

Význam stopových prvků je třeba posuzovat především z hlediska vlivu na různé funkce životní činnosti rostlin, jejichž ovlivnění má za následek zvýšenou produkci, lepší kvalitu produktů, zvýšenou odolnost rostlin proti nepříznivým faktorům vnějšího prostředí. Stopové prvky mají velký význam v jevech antagonismu a působí na vyrovnanost živin v půdním roztoku. Jak ukazují četné práce, mají také velký vliv na synthesu chlorofylu. Je známo, že nedostatek kteréhokoliv z nepostradatelných živných prvků s výjimkou fosforu má za následek porušení synthesy chlorofylu — chlorosu. Různé druhy chlorosy jsou charakteristickým symptomem i při nedostatku stopových prvků.

Dále mají stopové prvky velký význam v látkové výměně. Jejich účast na transportu asimilátů z listů do reprodukčních orgánů vysvětluje jejich vliv na plodnost a snížení opadavosti plodů. Vlivem stopových prvků se zvyšuje v rostlinách také obsah cukrů, které snad mají význam jako ochranné látky, a rostlina lépe odolává suchu, vysokým a nízkým teplotám a vysoké koncentraci půdního roztoku. Bor, měď, mangan a zinek zvyšují viskositu plasmy a obsah vázané vody, dále schopnost plasmy poutat vodu a zmenšovat permeabilitu, což jsou nezbytné předpoklady pro odolnost rostliny vůči nepříznivým podmínkám vnějšího prostředí. V poslední době se hromadí stále více údajů o tom, že choroby z nedostatku stopových prvků, např. srdečková choroba řepy a jiné, jsou zvláště rozšířeny v letech s horkými a suchými léty; to potvrzuje velký vliv stopových prvků na odolnost rostlin proti suchu. Stopové prvky mají také význam pro půdní mikroorganismy a zlepšují strukturu půdy. Někteří autoři tvrdí, že strádání rostlin z nedostatku stopových prvků je způsobeno tím, že půdní mikroorganismy spotřebují více stopových prvků přítomných v půdě a ochuzují rostliny, u nichž se při konkurenci mikroorganismus — rostlina projeví strádání.

Protože stopové prvky jsou nezbytně potřebné pro život rostlin a doplňování jejich hladiny v půdě se často opomíjí, dochází u rostlin k chorobám z nedostatku některého stopového prvku. V praxi se nejčastěji setkáváme s nedostatkem boru, mědi, manganu, zinku, molybdenu a kobaltu. Nedostatek prvních pěti prvků se projevuje přímo na rostlinách, kdežto nedostatek kobaltu se odráží sekundárně na zvířatech, která onemocnějí po krmení pící s nedostatečným obsahem tohoto prvku. Sekundárně se odráží také nedostatek jodu.

Některé naše půdy trpí nedostatkem stopových prvků. Na kritický nedostatek boru upozornili Blattný a Perlhefter (1946) v půdách povodí Nežárky a Lužnice, kde zjistili ochoření řepy a máku. Kratochvíl a Zakopal (1948) upozornil na nedostatek boru v oblasti Českomoravské vrchoviny, hlavně na Žďársku a Novoměstsku. Jde o půdy vzniklé z rulového podkladu, chudého na minerálie obsahující bor a o půdy v řepařských oblastech hnojených převážně jen průmyslovými hnojivy. Také v jižních Čechách na devastovaných půdách rašelinišť, které jsou dnes kultivovány, se pravděpodobně dá očekávat výskyt chorob z nedostatku mědi.

Nedostatek boru

Význam boru pro rostliny je zřejmý z toho, že dnes již známe celou řadu chorob vyskytujících se při jeho nedostatku v půdě. Bor je jedním z nejdůležitějších stopových prvků; je nezbytný pro transport živin v rostlině. Bez boru rostliny sice přijímají živiny, ale ty se hromadí v kořenech (zvláště fosfor) a nejsou rozváděny do rostlinných orgánů. Potřeba boru závisí u rostlin na poměru minerálních živin v půdě, na půdní kyselosti, tepelných a světelných podmínkách. Zvyšuje se při vysokých dávkách dusíku, fosforu a vápníku za nízkého obsahu draslíku. Je-li v půdě dostatek draslíku, potřeba boru klesá.

Velmi citlivě reagují na nedostatek boru okopaniny. Podle Pospelova (1947) potřebují rostliny bor po celé období růstu a vývoje. Nemohou jej transportovat ze starších orgánů do mladých, proto se zevní příznaky nedostatku boru projevují nejdříve na mladých listech a růstových vrcholech. Bor podmiňuje odtok produktů asimilace z listů do kořenů a plodů. Při jeho nedostatku je porušena výměna glycidů a bílkovin, takže se v listech hromadí cukry a amoniakální dusík, snižuje se oxydace cukrů a aminace produktů výměny glycidů a je tak zabráněno synthese bílkovin. Z údajů Johnstonových a Fischerových (1930) vyplývá, že bor je potřebný rostlinám nejen v periodě vegetativního růstu, ale i v období tvorby plodů. Byl-li rostlinám uměle zastaven přísun boru v období plného květu, snížil se výnos plodů na čtvrtinu a rostliny jevily charakteristické příznaky strádání z nedostatku boru.

Podle Školnika (1955) rostliny potřebují bor hlavně v období, kdy se tvoří generativní buňky v pylových zrnech a při oplození. Má-li rostlina nedostatek boru v době, kdy klíčí pylová zrna, praskají zrna i láčky následkem nadměrného bubření, jehož regulátorem je právě bor. Bor podle Schroppa (1940) patří k faktorům kontrolujícím strukturu protoplasmy. Při jeho nedostatku může dojít u rostlin k stále stoupajícímu bobtnání plasmy, hlavně v nejmladších částech rostliny, které nejintensivněji rostou. Se silným bobtnáním je spojen zvýšený příjem vody provázený zvýšeným příjmem iontů. Stoupne-li savá síla buňky, zvyšuje se v buňce osmotický tlak. Zvýšením tlaku na stěny buňky se savá síla zmenšuje a tím je ztížen další příjem vody. Nepříznivá vodní bilance působí podstatně na asimilaci, takže růst je omezen a nakonec se úplně zastavuje. Nadměrné bobtnání protoplasmy v listech brzdí transport asimilátů do kořenů a plodů. Rostliny neodumírají hned, ale vegetují, aniž dále rostou. Aby získaly energii, odbourávají bílkoviny, protože nemají dostatek glycidů podmiňujících výměnu látkovou. K hydrolyse bílkovin dochází bezprostředně v místech nejživějšího růstu. Přitom vzniká jako produkt odbourávání amoniak, který se hromadí, a dochází k otravě amoniakem — poškození meristematických pletiv růstových vrcholů. Podle stupně potřeby boru je možno rozdělit rostliny na tři skupiny:

1. druhy reagující na nedostatek boru velmi časným odumíráním růstových vrcholů (konopí, slunečnice, len). Charakteristické pro tyto rostliny je, že v prvních dnech vývoje se úplně zastavuje růst kořenového systému;

2. druhy reagující na nedostatek boru odumíráním růstového vrcholu později;

3. druhy, u nichž nedostatek boru vyvolává celou řadu poruch, i když růstové vrcholy často neodumírají (obilniny).

Množství boru potřebné pro různé druhy rostlin se na rozdíl od jiných stopových prvků silně kvantitativně liší a také jeho potřeba u jednoho a téhož druhu se nápadně mění podle faktorů vnějšího prostředí. Školnik (1933) zjistil, že potřeba boru u jednoho a téhož druhu je závislá na klimatických podmínkách; při nízké teplotě a slabé intensitě osvětlení se potřeba boru u rostlin snižuje. Je zjištěno, že choroby rostlin vyvolané nedostatkem boru jsou zvláště rozšířeny v letech se suchým a horkým létem. McVicar, Struckmeyer (1946) zjistili, že sója trpěla při dlouhém dni více nedostatkem boru než při krátkém. Symptomy nedostatku se projevují vždy při vyloučení boru nezávisle na fázi vývoje rostliny. Svědčí to o tom, že si rostliny nemohou vytvořit zásobu boru, která by stačila ke krytí potřeby během života.

Symptomy projevující se při ochoření rostlin z nedostatku boru popsali důkladně Sommer a Sorokin (1928), Johnston a Fischer (1930), Školnik (1950) a jiní. Odumírání meristemu v růstových vrcholech, neschopnost utvářet postranní kořeny, nepravidelné dělení buněk a rozpad parenchymu v mladých listech jsou nejvážnějšími příznaky strádání rostlin. Ochoření se zpravidla projeví také chlorosou, která zachvacuje nejen mladé listy, ale i listy starší a dosahuje takových rozměrů, že zvláště za horkého počasí některé listy uschnou dříve, než odumírají růstové vrcholy.

McHargue (1933) poukázal na charakteristickou tvorbu tmavých skvrn a nekrosu při nedostatku boru u salátu. V některých případech, když rostliny zvlášť silně strádají, se mění jejich vnější vzhled. Většina listů je přitisknuta k lodyze. Warington (1926) provedl výzkum anatomické stavby některých rostlin při nedostatku boru a shrnuje hlavní příznaky nedostatku boru, projevující se v anatomické stavbě rostlin. Je zastaven nebo brzděn normální vývin meristematických pletiv, proto odumírají růstové vrcholy a nemohou růst kořeny. Kambium je často rozrušeno, xylemové části svazků cévních jsou slabě vyvinuty, floem degeneruje a parenchymatická pletiva se rozpadají. Poškozené části rostlin se zbarvují tmavohnědě, svazky cévní se rozrušují a ucpávají výměšky buněk natolik, že přestávají vodit vodu, a rostlina vadne. Rozpad kambia a floemu pozoroval také Skook (1941) u ředkvičky. Walker (1944) popsal patologicko-anatomické změny při nedostatku boru u řepy a zelí. Řepa je rostlina vyznačující se poměrně neobvyklým vývinem meristemu, zvláště kořenového. Při nedostatku boru dochází k hlubokým anatomickým změnám dříve, než se objeví zevní příznaky hladovění. Je abnormálně zvýšeno dělení buněk v kambiu a jejich diferenciace je porušena. Buněčné stěny jsou tenké a parenchymatická pletiva se zvětšují na úkor svazků cévních. Čím více má rostlina meristematických pletiv, tím více si žádá boru a tím dříve se projeví jeho nedostatek. Nedostatek boru vyvolává u řepy ještě řadu poruch, které se objevují později. Odumírání růstových vrcholů při nedostatku boru pravděpodobně souvisí s růstovými stimulátory, jak tomu nasvědčují poslední výzkumy Školnikovy (1955), který zjistil, že při nedostatku boru se prudce snižuje množství růstových stimulátorů, což je provázeno přesunem oxyredukčních pochodů směrem k oxydaci.

Nejdůležitější choroby z nedostatku boru

Velmi rozšířena je suchá a srdečková choroba cukrovky. Podrobný popis je uveden v kapitole Choroby cukrovky, II. díl.

Hnědnutí vodnice a tuřínu popsali O'Brien a Dennis (1935). Okraje listů žloutnou, listy se kroutí, kořeny jsou slabé a pokroucené. Na příčném řezu kořenem je vidět jasně ohraničenou zónu s hnědými skvrnami neuspořádaně rozloženými. Mezi nimi a pokožkou je část zdravého pletiva. Při silném ochoření se tvoří na rozhraní těchto partií trhliny. Kořeny silně zapáchají a mají hořkou chuť.

U brambor podle Maksimova (1955) odumírají růstové vrcholy, rostliny se neúměrně větví a nať je pokroucena. Trsy jsou přízemní a silně rozvětvené (husté), okraje listů se svinují nahoru (nezaměňovat se svinutkou). Při silnějším nedostatku boru ztrácejí listy zelenou barvu a dostávají červenavé zbarvení. V listech se hromadí škrob. V pozdějším stadiu hnědnou kořeny a odumírají růstové vrcholy. Kořeny hnědé barvy jsou krátké a tlusté. Růstové vrcholy kořenů odumírají a tvoří se kořeny vedlejší. Než růstový vrchol odumře, rozrušují se a hnědnou jeho pletiva. Hlízy jsou malé a na jejich povrchu se tvoří trhliny. Hlízy se liší od zdravých silnou vodnatelností a mají po uvaření špatnou chuť. Pod peridermem hlízy často hnědnou. Hnědnutí se šíří i svazky cévními; výrazné je hnědé zbarvení na basální a apikální části hlízy.

Cook (1937) popsal symptomy nedostatku boru u motýlokvětých pícnin. Vojtěška, červený jetel a komonice bílá trpí žloutnutím listů, které počíná od okrajů a šíří se po celé listové čepeli. Podle Eatona (1940) při nedostatku boru u slunečnice a sóje jsou mladé listy chlorotické a znetvořené. Charakteristickým symptomem je skvrnitost starších listů, zvláště na špičkách a na okrajích. Mladší listy se zakřivují a vznikají tzv. lžičkovité listy. Lodyhy a řapíky listů jsou silněji ochlupené. Růstové vrcholy odumírají velmi časně a hnědnou. Často se objevuje nedostatek boru také u tabáku. Popis ochoření podává McMurtrey (1929). Podle něho se mladé listy zbarvují světle zeleně, čepele tloustnou a svinují se. Listy přestávají růst a jsou pokroucené. Nedostatek boru u květáku se projevuje hnědnutím růžice. Choroba je rozšířena hlavně v USA a Anglii, v SSSR byla zjištěna v r. 1937. Podle Chandlera (1944) se nejprve objevují uvnitř stonku malé koncentrické prostory vyplněné vodou. Časem se zvětšují a přecházejí do zdužnatělého květenství, které hnědne, a jeho pletiva jsou sklovitá. U zelí, jak udává Dennis (1942), opadávají starší listy, hlávka je na průřezu hnědě zbarvena a v košťálu se tvoří prázdné dutiny. Reinhold (1953) uvádí, že se v hlávce objevují hnědá sklovitá místa, listy se deformují, zbarvují se bronzově hnědě a stonek dřevnatí. Podobné příznaky se objevují u brukve. Kotte (1952) popisuje sklovitost a hnědnutí stonkových hlíz brukve. Hlízy pukají, mají drsný povrch a mdlou chuť. Rostliny ponechané na semeno při nedostatku boru nekvetou a odumírají. Ředkvička má při nedostatku boru zpomalený růst, listy jsou chlorotické, kořeny pokroucené a černají (nezaměňovat s bakteriosou). Zeleniewski (1950) se zmiňuje o boulovitosti kořenů u ředkvičky jako o příznaku nedostatku boru. Pro celer je příznačnou chorobou z nedostatku boru pukání řapíku a srdečková choroba bulvy. Podle Skinnera (1941) se na listech tvoří hnědé skvrny, řapíky jsou křehké a podél nervů

mají v pokožce hnědé pruhy. Řapíky podélně pukají a potrhané pletivo hnědne. Bulva se štěpí a konečně dochází k atrofii, hlavně ve střední hypokotylové části. Srdečkovou chorobu celeru spojenou s dutostí bulvy popsal Kotte (1952). Ochoření počíná žlutavým zbarvením srdečkových listů a odumřením srdečka. Potom dochází k rozrušení pletiv bulvy. Tvoří se dutina obklopená černě zbarveným, zetlelým pletivem, na rozdíl od dutosti bulvy, která je odrůdovou vlastností celeru. Choroba je hojně rozšířena v Německu a Dánsku. Léčí se přihnojením 8—12 kg boraxu na 1 ha. McHargue a Calfee (1933) podrobně popsali symptomy nedostatku boru u salátu. Na mladých listech se objevují hnědé skvrny, listy mají vzhled jako sežehnuté a pokroucené od horka. Hlávky se špatně zavíjejí a rostliny ponechané na semeno nekvetou. Na nedostatek boru jsou velmi citlivá rajčata; při silnějším nedostatku odumírají pupeny, lodyhy a listy jsou křehké a snadno se lámou. Kořeny jsou slabé a hnědnou. V listech se hromadí cukry a škrob, okraje listů se svinují. Podle Johnstona a Dora (1929) má rostlina při silném nedostatku boru metlovitý vzhled, mladé listy se často zbarvují purpurově, květy hnědnou, opadávají a plody, které se vytvoří, jsou pokryty tmavými suchými skvrnami. Cibule reaguje na nedostatek boru špatným růstem, a jak uvádí Zeleniewski (1950), u semenaček opadávají květní poupata.

U ovocných dřevin se nedostatek boru často projevuje na vápenitých nebo na kyselých čerstvě vápněných půdách, zvláště za suchého počasí. U jabloní je známa hnědá skvrnitost neboli křenčení jablek. Jde o dispasiční chorobu virového původu objevující se při nedostatku boru v půdě. První známkou choroby jsou skvrny na slupce, temně červené u červených odrůd a temně zelené u žlutých odrůd. Slupka je později v těchto místech vypadlá. V dužnině jsou četná drobná ložiska hnědých buněk. Někdy se objevují příznaky i na listech, které jsou drobné a skvrnité, hlavně podél silnějších nervů. Bylo dokázáno (Askew a Williams 1939), že choroba je vyvolána nedostatkem boru. Doporučuje se jarní pohnojení boraxem v dávce až 0,5 kg pod korunou stromu nebo postřik, nejlépe v červnu a začátkem července, 0,75% roztokem boraxu. V r. 1935 dokázal Hill, že jabloně, ochořelé tzv. korkovatěním jádřince, které se objevuje při silném vápnění a vysokém obsahu dusíku v půdě, se dají vyléčit přihnojením boraxem. Není dosud vysvětleno, zda jde o primární nedostatek boru nebo jeho sekundární účinek.

Chorobu plodů hrušní, zvanou „cork spot", popsali Overholser, Overley a Wooton (1937) jako nedostatek boru. Anet (1940) vyléčil hrušně, u nichž předčasně zasychaly květy a docházelo k deformaci plodů, přihnojením borem.

Askew a Williams (1939) dokázali, že hnědnutí meruněk je působeno nedostatkem boru. Nedostatek boru se u meruněk projevuje různě od poměrně malého poškození listů až do úplného zastavení růstu na jaře a hynutí stromů. Charakteristické je, že některé větve náhle odumírají a jiné rostou normálně, podobně jako při mrtvici meruněk.

Podle Scotta (1944) se u révy vinné projevují příznaky nedostatku boru především na listech začátkem vegetace a zvláště silně v období rozvíjení květních hroznů.

Zeleniewski (1950) udává pro přihnojování hospodářsky důležitých rostlin dávky boraxu na 1 hektar uvedené v tab. 1.

Tabulka 1

Dávky boraxu pro přihnojování hospodářsky důležitých plodin
(podle Zeleniewského 1950)

Plodina	Dávka boraxu v kg	Plodina	Dávka boraxu v kg
Brambory	5—8	Tabák	10—20
Cukrovka	10—30	Květák	15—22
Vojtěška	11—28	Zelí, rajčata	15—22
Červený jetel	11—20	Mrkev, špenát	5—15
Hrách, bob	10—15	Ředkvička	5—10
Len	4—7	Cibule	5—7
Konopí	2—3	Celer	4—7
Slunečnice	10—15	Okurky	5
Mák, hořčice	10—15	Salát	5—10

Bor lze také dodat rostlinám ve speciálním druhu draselného hnojiva emgekali, kde je zaručen obsah 0,2 % B, v boraxovaném superfosfátu nebo ledku vápenatém (norma 1,4 % B_2O_3).

Nedostatek manganu

Význam manganu pro rostlinu záleží v tom, že působí na tvorbu a transport cukrů, zvyšuje intensitu dýchání, intensitu fotosynthetické asimilace a aktivitu enzymatických pochodů. Tím, že je aktivátorem oxyredukčních procesů, působí oxydaci amoniakálních a redukci nitrátových forem dusíku a tak zintensivňuje látkovou výměnu. Je proto nepostradatelným prvkem pro fysiologické pochody v rostlinném těle a při jeho nedostatku rostliny ochoří. Choroby z nedostatku manganu se objevují na půdách s alkalickou nebo neutrální reakci. Podle Magnického (1954) je nedostatek manganu všeobecně charakterisován těmito symptomy: 1. mezinervová chlorosa, nervy zůstávají zelené; 2. na listech se objevují šedozeleně až hnědě zbarvená místa, pletiva listů odumírají; 3. postranní stopky a listy se stavějí vertikálně; 4. listy mají někdy trojúhelníkový tvar (ovocné stromy); 5. příznaky se objevují především na mladých částech rostliny.

Mezinervová chlorosa je prvním příznakem nedostatku manganu. Listy se zbarvují žlutě, světle zeleně nebo červeně podle druhu rostlin. Při silnějším hladovění se listy úplně odbarví, nervy však zůstávají zelené. Růst rostlin je silně brzděn nebo se zcela zastavuje.

K nejvážnějšímu ochoření z nedostatku manganu dochází u ovsa; jde o tzv. suchou skvrnitost, která se vyskytuje i u jiných obilnin. Symptomy choroby jsou podrobně popsány v kapitole Choroby obilnin, díl II. Podobné příznaky se objevují při nedostatku manganu i u tabáku, jetele, hrachu, řepy a brambor. Mladé listy jsou chlorotické, pletivo mezi nervy je pokryto drobnými skvrnami. U řepy mají mladé listy světlejší barvu než normálně. Na světlých místech se objevují malé, bíle proláklé skvrnky velikosti špendlíkové hlavičky. Skvrny později hnědnou, zasychají, pletiva vypadnou a tvoří se dírky. Okraje čepelí listů strádajících rostlin se stáčejí nahoru a čepele jsou špičatější (tab. II, 2). De Haan (1934) použil u řepy při výskytu ochoření z nedostatku manganu postřiku 1,5% roztokem $MnSO_4$

nebo přihnojoval 60 kg $MnSO_4$ na 1 ha do půdy a dosáhl ozdravení rostlin. Příznaky nedostatku manganu u hrachu se objevují především na semenech; jasný důkaz, že ochoření je vyvoláno nedostatkem manganu, uvedl Piper (1941). Až do tvorby semen je těžké zjistit projevy strádání podle zevního vzhledu rostlin. Jen v některých případech se objevuje slabá chlorosa na mladých listech. Teprve když se vytvoří lusky, objevují se na semenech hnědé nebo černé skvrny a dělohy v těchto místech mají prohláklé dutinky.

U špenátu dochází při nedostatku manganu k chlorose. Okraje listů se svinují nahoru a částečně překrývají svrchní stranu. McLean (1925) vyléčil špenát postřikem rostlin roztokem síranu manganatého.

Schreiner a Dawson (1927) popsali chorobu rajčat na převápněných půdách při nedostatku manganu. Zevním příznakem je skvrnitost mladých listů. Skvrny později tmavnou a následkem změn v plastidech se zastavuje tvorba chlorofylu. Rostliny nemohou spotřebovat škrob a přeměňují jej v tuky, které se hromadí v buňkách. Většina plastidů hrudkovatí, jejich obrysy jsou stále nezřetelnější, později se plastidy úplně rozpouštějí a tvoří žlutozelený roztok v cytoplasmě. Dochází k tvorbě abnormálních produktů látkové výměny a vznikají celé plochy, kde každá palisádová buňka je vyplněna krystaly šťavelanu vápenatého. Listy rajčat jsou tenké, žloutnou v částech více vzdálených od nervů a později se na nich objevují hnědé tečky. Postupně dochází k nekrose pletiv, rostliny slabě kvetou a nevytvářejí plody. U ovocných stromů mají listy při nedostatku manganu tvar rovnoramenného trojúhelníku a od okrajů se chlorosa šíří směrem k hlavnímu žebru. Okraje listů jsou často potrhané a roztřepené. Symptomy nedostatku manganu u ovocných stromů popsali Dunne a Calvin (1946).

Při výskytu ochoření z nedostatku manganu přihnojujeme síranem manganatým. Průměrně se udává 50—85 kg síranu na 1 ha.

Nedostatek mědi

Fysiologická úloha mědi podle literárních údajů je značně široká. Nepostradatelnost mědi pro rostliny byla dokázána četnými pokusy. Zjistilo se, že se ionty mědi v rostlině rychle pohybují ze starých listů do mladých a na nedostatek reagují především staré listy, na rozdíl od příznaků při nedostatku boru, kde reagují nejdříve listy malé. Okuncov (1946, 1952) zjistil, že měď má specifickou funkci stabilisátorů chlorofylu. Ionty mědi zvyšují stabilitu koloidů plastidů a tím je zpomalen rozpad plastidů.

Kulturní rostliny přijímají poměrně málo mědi, proto se na přirozených minerálních půdách neobjevuje její nedostatek tak často. Na rašelinných půdách a půdách silně prašných je ochoření z nedostatku mědi velmi časté. Charakteristickým příznakem pro strádání z nedostatku mědi je zastavení růstu, chlorosa, pokles turgoru a vadnutí. Místo a druh projevu nedostatku není u různých druhů stejný.

S ochořením z nedostatku mědi se setkáváme hlavně u obilnin. Symptomy strádání jsou popsány v kapitole Choroby obilnin ve II. díle.

Brambory jsou brzděny v růstu, nejmladší listy se zahýbají nahoru, barva nati je tmavší než u normálních rostlin. U řepy dochází při nedostatku mědi k změně barvy starších listů. Zatím co nejmladší listy zůstávají normální, počíná na starších listech od špiček mosaikové zesvětlení

mezinervových pletiv. Nervy zůstávají zelené a okraje listů jsou silně ohnuty. Listy odumírají a dostávaji šedohnědou až šedobílou barvu.

U motýlokvětých pícnin se projevuje nedostatek mědi v špatné kvalitě semen. Z jetelů trpí nejvíce jetel červený; jeho listy jsou vybledlé, mají na okrajích hnědé skvrny a rostliny pozdě nasazují na květ. U hrachu mají nejmladší listy světle hnědou až hnědožlutou barvu, listy uvadají a částečně opadávají. Velmi silně reaguje na nedostatek mědi koňský bob. Po počáteční chlorose dochází k odumírání růstových vrcholů. Listy se zbarvují černě.

U salátu a špenátu se při nedostatku mědi odbarvují listy, nervy zůstávají zelené, listy odumírají a dostávají šedohnědou nebo šedou barvu. Cibule má při nedostatku mědi abnormálně křivé chlorotické listy. U rajčat se objevují, jak uvádí Hewitt a Bolle Jones (1951), na listech červené až žlutočervené skvrny hlavně na okrajích. Reed (1939) zjistil, že rajčata mají při nedostatku mědi pokroucené listy. Mezi buňkami palisádového parenchymu se tvoří schizogenní dutinky. Nedostatek mědi na rašelinných půdách snižuje odolnost rostlin proti účinku mrazu. U jabloní popsal Dunne (1938) chorobu „letní zasychání vrcholů" jako funkční poruchu následkem nedostatku mědi v půdě. Silně strádající stromy charakterisuje zpomalený metlovitý růst. Na listech se objevují hnědé skvrny, které se rozšiřují, později vadnou a odumírají svrchní části mladých letorostů. Podle posledních výzkumů v Maďarsku má měď velký vliv na zdravotní stav meruněk. Meruňky pravidelně ošetřované měďnatými přípravky trpí méně mrtvicí.

Při nedostatku mědi přihnojujeme rostliny síranem měďnatým do půdy nebo je postřikujeme na list v době vegetace. Dávky se pohybují od 20 do 60 kg na 1 ha. Postřikujeme slabým 0,5—1% roztokem.

Nedostatek molybdenu

Molybden patří k stopovým prvkům, které rostliny nezbytně potřebují k životu. Umožňuje rostlinám především asimilaci dusíku. Mnohé volně žijící mikroorganismy poutající dusík obsahují enzymy (např. hydrogenasu), jejichž součástí je molybden. Předpokládá se, že molybden působí stimulačně na mikrobiální činnost v půdě. Bylo prokázáno, že jeho nedostatek ochromuje životnost hlízkových bakterií a tak nepřímo i zisk z asimilace dusíku pro bobovité rostliny.

Vedle toho má molybden u rostlin důležitou úlohu v látkové výměně. Podle Evanse (1956) přenáší v průběhu výměny látkové elektrony při redukci dusičnanů. Hromadění dusičnanů v rostlinných pletivech, k němuž dochází při nedostatku molybdenu, je toho důkazem. Dále má molybden úlohu při inaktivaci rostlinných fosfatas.

Nedostatkem molybdenu trpí nejvíce rostliny na kyselých půdách chudých na fosfor. Tento nedostatek se projevuje, jak uvádí Mulder (1954), již u mladých rostlin vážnými změnami, z nichž některé poruchy na listech připomínají příznaky viros. K nedostatku molybdenu v půdě může také dojít, hnojí-li se fysiologicky kyselými dusíkatými hnojivy.

Johnson, Pearson a Stout (1953) rozdělili některé hospodářsky důležité rostliny podle požadavků na molybden do 5 skupin s ubývající potřebou molybdenu: 1. špenát; 2. cukrovka, kapusta, salát; 3. rajče, brambor, hořčice, tabák; 4. květák, mrkev; 5. ředkvička, pohanka. Hadfield

1. Zevní symptomy strádání z nedostatku draslíku u brambor.

Orig. Tupý

2. Zevní symptomy strádání z nedostatku hořčíku u brambor.

Orig. Tupý

(1953) udává, že zvláště citlivé na nedostatek molybdenu jsou salát, hrách, rajče, květák, fazol, brambory a mák. Těchto rostlin, zvláště květáku a rajčat, se používá jako indikátorových pro nedostatek molybdenu.

Jako všeobecné příznaky nedostatku molybdenu uvádí Hewitt (1956) hromadění dusičnanů v listech, chlorosu a hnědou skvrnitost zvláště na okrajích listů. Projevy nedostatku molybdenu byly dosud pozorovány hlavně u zeleniny a některých ovocných dřevin. Symptomy strádání u merlíkovitých, hvězdnicovitých, brukvovitých, tykvovitých, lipnicovitých, bobovitých, lilkovitých a mrkvovitých podrobně popisuje Hewitt (1956).

Symptomy strádání z nedostatku molybdenu u salátu popsal také Plant (1951). Rostliny byly chlorotické a měly na okrajích listů světle hnědé skvrny; listy byly tuhé. Zvláště citlivý na nedostatek molybdenu je květák. V poslední době Brandenburg a Buhl (1955) zjistili v Německu, že ochoření květáku, připisované dosud chladnému počasí nebo plodomorce zelné, je specifickou deficienční chorobou z nedostatku molybdenu. Tento jev pozoroval po prvé Davies na Novém Zélandu (Davies 1945). Po něm rychle za sebou popsali chorobu v Anglii Plant (1951) a v Holandsku Weibosch (1950). Ochoření se projevuje nejdříve charakteristickým znetvořením srdečkových listů, kdežto starší listy se v prvním období po výsadbě na pole vyvíjejí normálně. Později jsou listy různě znetvořené, listové čepele zůstávají nevyvinuté, květní růžice jsou zakrnělé nebo řídké a při silnějším nedostatku se vůbec nevytvoří. Podle Nolla (1955) jsou brzdivé vlivy na růst listů při nedostatku molybdenu tak velké, že se vytvoří jen znetvořený řapík a čepel vůbec ne.

Za suchého počasí propuká choroba velmi silně. Posuzujeme-li výskyt ochoření z nedostatku molybdenu u květáku na poli, je třeba mít na zřeteli, že nejde vždy o nedostatečnou zásobu molybdenu v půdě, tj. o přímý nedostatek, ale že nedostatkem mohla trpět rostlina při předpěstování v pařeništi (kyselá reakce půdy vlivem nedostatečně odkyselené rašeliny, znemožňující přístup molybdenu k rostlinám).

Hoagland (1940) popsal příznaky nedostatku molybdenu u švestky. Čepele listů byly nápadně tenké a na listech se tvořily světle hnědé skvrny.

Vyskytne-li se nedostatek molybdenu, přihnojuje se molybdenanem sodným nebo amonným. Dávky se pohybují kolem 0,5 kg u molybdenanu amonného a kolem 2 až 3 kg molybdenanu sodného na jeden hektar. Některé vyšší dávky uváděné v literatuře jsou přehnané a může při nich dojít k projevům toxicity, jejímž základem je antagonismus molybdenu a mědi. Vysoký obsah molybdenu v půdě vyvolává nedostatek mědi, který se projeví u rostlin onemocněním. Ochoření z nedostatku molybdenu se dá vápněním částečně zmírnit, ale ne zcela odstranit.

Nedostatek zinku

Zinek řadíme vedle boru, mědi, manganu a některých dalších stopových prvků mezi prvky pro rostliny nepostradatelné. Jak bylo zjištěno, účastní se zinek dýchání rostlinných buněk, je katalysátorem oxyredukčních pochodů a má vliv na tvorbu růstových stimulátorů. Jeho nedostatek vyvolává u rostlin poruchy projevující se vnitřními i zevními změnami. Těžké poruchy růstu při nedostatku zinku pozoroval Sommer (1928). Podle Leženěva a Finkovského (1954) se při nedostatku zinku rozkládají

růstové stimulátory, je brzděna tvorba organických kyselin z glycidů a silně zaostává růst jednotlivých orgánů. Školnik (1955) vysvětluje omezení růstu rostlin tím, že vlivem nedostatečného přísunu zinku je potlačován systém dehydras, vzrůstá oxydační aktivita pletiv a tím vypadnou nezvratně oxydované dubilní látky v buněčné šťávě.

Jako obecné příznaky nedostatku zinku je možno uvést keříčkovitý růst, zakrňování orgánů (malý list) a defekty chlorofylu. Keříčkovitý růst při nedostatku zinku je velmi nápadný u koňského bobu. Listy při tom vyblednou, skoro až zbělejí a svinují se (nezaměňovat s virosami). U lnu a konopí dochází k vybělení špiček listů. Brambory silně zaostávají v růstu, nejmladší listy jsou vzpřímené a lehce se svinují. Na listech se objevují šedohnědé až bronzové skvrny, pletivo v těchto místech je lehce vpadlé a odumírá. Řepa má při nedostatku zinku šedohnědě skvrnité listy; skvrny jsou rozděleny mezi nervy většinou po celé listové ploše. Pletivo hraničící se skvrnami je světlejší a jeho barva přechází do normální zeleně. Špičky listů vadnou a ohýbají se.

U zeleniny se strádání z nedostatku zinku objevuje hlavně na rajčatech. Symptomy této choroby popsal podrobně Reed (1939, 1946). Stonky jsou zkrácené, listy malé a bledě zelené, více či méně nekrotické. Růst buněk meristematického pletiva stonku je brzděn. Parenchymatické buňky listů jsou hypertrofické a struktura protoplasmy je rozrušena. Palisádové buňky v listech jsou protáhlejší a houbový parenchym je hustší než u zdravých rostlin. V buňkách se hromadí šťavelan vápenatý, kořenové vlásky odumírají, kořeny neobsahují škrob, ale kapénky tuků a krystaly šťavelanu vápenatého, hnědnou a slizovatějí.

V praxi se s nedostatkem zinku setkáváme hlavně u ovocných dřevin. Projevy nedostatku zinku byly popsány u jabloní, hrušní, švestek, višní, meruněk, broskví a révy vinné. Choroba dostala název „malý list" neboli rosetkovitost (little leaf, melkolistnosť, rozetočnaja bolezň). Byla pozorována po prvé před 20 lety v broskvoňových sadech v Kalifornii. Po řadě pokusů se zjistilo, že jde o specifický nedostatek zinku v půdě. Jako charakteristický příznak ochoření se na jaře objevují na koncích letorostů růžice velmi malých listů, jejichž plocha je nápadně menší než plocha listů zdravých. Tyto listy se liší od ostatních chlorosou ve formě skvrn. Později se pod růžicí mohou vyvíjet normální listy, ale mají nepravidelný tvar. U silně strádajících stromů odumírají celé větve, plody se buď vůbec netvoří, nebo jsou malé a deformované. Plody peckovin mají tmavohnědé skvrny v dužnině.

Mikroskopický výzkum ovocných dřevin strádajících nedostatkem zinku ukázal řadu abnormalit v stavbě buněk. Podle Reeda a Dufrenoye (1935) nemají palisádové buňky v listech protáhlý tvar, chloroplastů je málo, jsou rozrušeny a hromadí se uspodu buněk. Svěrací buňky průduchů obsahují mnoho tuků, škrobová zrna jsou nápadně protáhlá a ve vakuolách se hromadí fenoly. Houbový parenchym je hustý a mezibuněčné prostory jsou nápadně zmenšeny. Je zajímavé, že ochoření z nedostatku zinku se nejčastěji vyskytuje v oblastech s větším množstvím slunečných dnů a s vysokou teplotou v létě.

Při výskytu choroby se přihnojuje síranem zinečnatým do půdy nebo se jím postřikuje. Průměrná dávka na 1 ha je 25 kg síranu. Postřikujeme 0,5% roztokem téže soli.

POŠKOZENÍ ROSTLIN Z NADBYTKU ŽIVIN

Nadbytek některého živného prvku může poškozovat rostliny právě tak jako jeho nedostatek. Vyšší koncentrace živin v půdním roztoku škodí rostlinám především svým osmotickým tlakem. Pokles obsahu vody v rostlině vede při zvýšeném obsahu solí k těžkým funkčním poruchám. Ohrožení rostlin z nadbytku živin závisí na průběhu asimilace. Rostlina musí příjmu velkého množství živin postavit do protiváhy dostatečnou asimilaci kysličníku uhličitého, má-li být uchováno optimum vitality a nemá-li dojít k poruchám rovnováhy chemických stavebních látek. Nejsou-li příznivé tepelné a světelné podmínky, které by umožnily zvýšit intensitu fotosynthetické asimilace, objevují se poruchy ve výživě zřetelným ochořením rostliny. Ve většině případů dochází tak k nárazovému jednostrannému překrmení rostlin minerálními látkami, které působí ve vyšší koncentraci toxicky. Prakticky mohou být rostliny poškozeny nadbytkem kteréhokoliv minerálního prvku, nevyjímaje ani prvky stopové.

Při nadbytku dusíku tvoří rostlina více zelené hmoty na úkor květů a plodů. Zelené části rostlin jsou tenké a vodnaté, jejich pletiva mají velké tenkostěnné buňky a rostliny snadno podléhají parasitním chorobám. Listy rostlin jsou při přehnojení dusíkem tenké a jemné, mají tmavozelenou barvu, kroutí se a mezi nervy se někdy tvoří tmavožluté skvrny. Vegetační doba je značně prodloužena, rostliny rostou bujně, ale nedozrávají včas a podléhají často raným podzimním mrazíkům. Zelenina vybíhá, má řídká a vodnatá pletiva. Brambory mají nižší škrobnatost, snižuje se olejnatost semen u olejnin atd. Ovocné stromy snadno pomrzají, jabloně trpí více mšicí krvavou. Rostliny tvoří méně reservních látek, např. cukru, což je závažné zvláště u zelí, které potom špatně kvasí, nebo u cukrovky, u níž také mnoho cukru zůstává v listech. Přehnojení dusíkem vyvolávají snadněji ledky než ostatní druhy dusíkatých hnojiv.

Škody vyvolané nadbytkem fosforu jsou velmi řídké. Nadbytek kyseliny fosforečné by snad mohl poškozovat rostliny při silném hnojení na kyselých půdách. Při nadměrné dávce fosforu se u rostlin zkracuje podstatně vegetační doba, takže nemohou plně dokončit vegetační vývoj (předčasná zralost).

Rovněž přehnojení draslíkem se vyskytuje velmi málo, protože draslík je v půdě rychle vázán, a je tedy rostlinám ve vyšší koncentraci těžko přístupný.

Nadbytek vápníku v půdě rostlinám vcelku neškodí. Citlivé jsou tzv. rostliny kalkofobní. U některých rostlin podporuje nadbytek vápníku rozvoj chorob, např. u řepy suchou a srdečkovou chorobu, u révy žloutenku. Někdy se projevuje nadbytek vápníku v půdě žloutnutím listů a jejich předčasným opadem. Listy v tomto případě žloutnou celé, počínaje od hlavního nervu. Je přirozené, že nadbytek vápníku může působit poruchy, když jeho obsah přestoupí fysiologickou snesitelnost, a to tím snadněji, čím více se ostatní biogenní prvky v daném případě odchylují od optima.

K přehnojení stopovými prvky může dojít velmi často, protože při jejich velmi malé potřebě hrozí nebezpečí předávkování. Proto je nutné míchat stopová hnojiva s hnojivy základními nebo s pískem, aby se dosáhlo stejnoměrného rozdělení na ošetřovanou plochu.

Nadbytek boru působí hnědnutí špiček listů, rostliny jsou světlejší a

často úplně vyblednou. Listy vadnou, nejdříve starší a potom celá rostlina. Při otravě borem se někdy na listech, zvláště na okrajích, objevují světlejší pruhy.

Nadbytek manganu v půdě vyvolává těžké chlorosy. Některé stopové prvky vyskytující se v půdě v nadměrném množství nepoškozují sice rostliny, ale protože se hromadí v rostlinném těle, mohou být nebezpečné živočichům. To platí především o molybdenu. Robinson a Edginton (1948) popsali chronickou otravu skotu vyvolanou krmením vojtěškou pěstovanou na půdách s vysokým obsahem molybdenu.

I pro stopové prvky platí obecné zákonitosti v životě rostlin: Existuje fysiologický práh, který musí dávka prvku přestoupit, aby se projevil účinek. Existuje optimum v dané soustavě faktorů (harmonické hnojení) a existuje maximum, kdy je dávka již fysiologicky nesnesitelná, rostlina se nemůže ani při své plasticitě ubránit kompensaci, a je tedy překročena fysiologicky snesitelná hranice.

CHLOROSA

Celkové ochoření rostlin projevující se žloutnutím nebo blednutím zelených částí se nazývá chlorosa. Tento výraz označuje pouze příznaky různých chorob, ale neudává jejich příčiny. V odborné literatuře nebyl používán jednotně, a proto se setkáváme s několika pojmy, jimiž se různí autoři snažili rozlišit různé typy chlorosy (např. žloutenka, blednička a ikterus, používané pro vyjádření různého původu chlorosy).

Frank (1880) užil pojmu ikterus (Gelbsucht) pro označení chorobného stavu, při němž listy žloutnou a zůstávají trvale žluté nebo žlutozelené, a pojmu chlorosa (Bleichsucht) pro případy, kdy listy zbělají. Po něm bylo různé názvosloví spojováno se zcela určitými příčinami vyvolávajícími poruchy chlorofylu. Tak byla např. označována ztráta zelené barvy při nedostatku železa jako chlorosa, kdežto žloutnutí z nedostatku draslíku, vápníku a vody jako ikterus. Molisch (1892) použil pojmu chlorosa jen pro poruchy v tvorbě chlorofylu z nedostatku železa. Z našich autorů např. Blattný a Starý (1942) nahrazují výraz chlorosa výrazem žloutenka, pod který zahrnují chlorosy vyvolané nedostatkem hořčíku, draslíku nebo nadbytkem vápníku a vyznačují se světleji zbarveným pletivem mezi nervaturou. Pro chlorosu vyvolanou náhlými poklesy teploty a postihující celou listovou plochu včetně nervatury používají pojmu blednička nebo ikterus. Baudyš (1952) rozlišuje bledničku neboli chlorosu při nedostatku železa nebo hořčíku a žloutenku neboli ikterus při nachlazení, nedostatku nebo nadbytku ostatních živin, nedostatku nebo nadbytku vláhy, zastínění, poranění nebo ochoření kořenů, poškození kouřovými plyny. V poslední době se používá jen pojmu chlorosa nebo žloutenka (Smolák 1954) a rozumějí se jím všechny odchylky od normální zelené barvy do žluté až bílé bez ohledu na to, zda jde o tvorbu malých nebo větších, pravidelně nebo nepravidelně uspořádaných skvrn na listech nebo zda celé listy ztrácejí normální barvu. Pojmem chlorosa označujeme tedy symptomy choroby, jejíž příčiny mohou být různé.

Ve všech případech jde o změnu barvy chloroplastů nebo jejich nedostatečnou tvorbu. Podle Küstera (1937) může být abnormální zbarvení

chloroplastů působeno buď nedokonalou tvorbou barviva (tzv. hypoplasie), nebo rozrušením barviva v plastidech. Většinou je rozklad chlorofylu provázen nekrotickými procesy v buňkách, které dávají podnět ke změně barvy. Vedle ztráty pigmentu je možno pozorovat v chlorotických pletivech také změny formy a polohy chloroplastů, jako např. rozpouštění plastidů v beztvarou hmotu atd.

Chlorosy rozdělujeme podle původu na několik druhů. Tak např. Maier (1942) dělí chlorosy na: 1. tzv. chlorosy infekční, 2. chlorosy parasitního původu, 3. chlorosy, které jsou projevem nedostatku vody a živných prvků, 4. chlorosy, které jsou následkem nepříznivých klimatických poměrů, 5. chlorosy, které jsou projevem nadbytku vody a živných prvků.

K infekčním chlorosám řadí zevní symptomy ochoření rostlin vyvolané virovými chorobami. Defekty chlorofylu jsou pro každý virus a každý druh rostlin charakteristické. Patří sem virové žloutenky a mosaiky.

Jako parasitní chlorosy označuje chlorotické změny ve zbarvení listů působené rzemi a ostatními parasitními houbami. Dále sem zařazuje poruchy vyvolané rozrušením chlorofylu mšicemi, křísky, roztoči a plošticemi.

Mezi chlorosy vzniklé následkem nepříznivých klimatických podmínek, jež mohou zabránit normální tvorbě chlorofylu, patří chlorosa z nedostatku světelného požitku a chlorosa jako následek chladného počasí (zachlazení rostlin).

Typem chlorosy působené nepříznivými půdními poměry je chlorosa na mokrých a špatně provzdušňovaných půdách při nedostatku kyslíku v kořenové zóně. Chlorosa z nedostatku vody se objevuje u rostlin na lehkých půdách jako následek sucha. Při této chlorose začínají nejdříve žloutnout spodní listy.

Z chloros vyvolaných nedostatkem živin je nejtypičtější chlorosa vznikající při nedostatku asimilovatelného železa (hlad po železe), která se objevuje zvláště na vápenitých půdách. Linder a Harley (1944) rozlišují 4 druhy poruch v zásobování rostlin železem: 1. pravý nedostatek železa, který se vyskytuje jen zřídka na poli, 2. porušení poměru železa a manganu, 3. porušení poměru fosforu a železa, 4. zvýšený obsah vápníku v půdě. Poslední druh chlorosy je znám pod názvem kalciosa a objevuje se za horkého léta po deštivém jaru. Podle Parsche (1936) tzv. kalciosou trpí obecně lupiny. Rostliny onemocnějí zpravidla již 14 dní po vzejití. Nejdříve žloutne druhý pár listů. Listy jsou žlutozelené a světlé zbarvení se šíří nepravidelně po celé ploše. Na listech zůstávají tmavozelená a zelená místa, takže povrch listů je pestře kropenatý. Duchoň a Provázek (1937) prokázali, že tato kalciosa je u lupiny vyvolána porušením poměru Ca : Mg.

Příčinou chlorosy je v mnoha případech také nedostatek stopových prvků, hlavně manganu, boru, mědi a zinku.

Ochrana rostlin a jejich léčení při chlorose musí být zaměřeno na odstranění příčin chlorosy. Patří sem kypření a odvodňování půdy, harmonické hnojení při správné volbě dodaných živin, jarní zálivka 10% roztokem síranu železnatého nebo postřik 0,25—0,5% roztokem téže soli atd. Universální prostředek na odstranění chlorosy neexistuje.

VLIV VÝŽIVY NA NÁCHYLNOST ROSTLIN K PARASITNÍM CHOROBÁM

Nedostatek živin má velký vliv na snížení disposice a tím i odolnosti proti parasitním chorobám. Podle B a u d y š e (1937) může rostlina odolávat ochoření potud, pokud jsou všechny podmínky jak půdní, tak klimatické v náležitém souladu. Není-li tomu tak, rostlina ochuraví, je zeslabena a podléhá snadno různým chorobám a škůdcům nebo onemocní následkem nedostatku živin. Proto je nutné soustředit pozornost především na správnou výživu rostlin. Nedostatek prvků minerální výživy, počítaje v to i stopové prvky, vytváří stav fysiologické deprese a podmínky pro celkovou přístupnost rostlin k parasitním chorobám.

Neharmonická výživa se u rostlin projevuje náchylností k chorobám, obrazem a průběhem choroby. Náchylnost k chorobám je určována nesprávnou výživou; nemění se náchylnost k určité chorobě, ale k celé řadě chorob. G ä u m a n n (1946) uvádí tabulku změny náchylnosti k chorobám jednostrannou výživou (tab. 2).

T a b u l k a 2

Přehled náchylnosti rostlin k chorobám způsobené jednostrannou výživou

(z G ä u m a n n a 1946)

Funkce	N		K		P	
	nedostatek	nadbytek	nedostatek	nadbytek	nedostatek	nadbytek
Vytvoření resistence	zvýšeno	sníženo	zvýšeno	sníženo	proměnlivé	
Obranná schopnost	zvýšena	snížena	zvýšena	snížena	proměnlivá	
Obsah vody	malý	vysoký	malý	vysoký	vysoký	malý
Obsah cukrů	vysoký	nízký	vysoký	nízký	nízký	vysoký
Obsah škrobu	nepravidelný		malý	vysoký	vysoký	malý
Osmotická hodnota Buněčná šťáva	nízká	vysoká	nízká	vysoká	vysoká	nízká
Tvorba zpevňovacích pletiv	dobrá	špatná	špatná	dobrá	špatná	dobrá

Z živin, které podstatně mění disposici rostlin k napadení parasitními chorobami, má největší význam dusík. Jeho nadbytek urychluje růst, zpožďuje vyzrávání pletiv a rostliny pak snadněji podléhají parasitům. Ostatní minerální živiny se po této stránce v porovnání s dusíkem neuplatňují tak výrazně.

Jak bylo zjištěno, i stoupající dávky draslíku zvyšují odolnost proti parasitním chorobám. Jeho účinek je však závislý na poměru N : P v půdě. Podobný vliv má i fosfor. Při relativním nedostatku fosforu jsou rostliny

zeslabeny a tím náchylnější k chorobám. Je-li fosfor v přebytku, odolnost se obecně zvyšuje.

Každá kulturní rostlina má do určité míry vůči chorobám vlastní dispozici podmíněnou fysiologicky a výživně. V boji s chorobami by bylo třeba brát zřetel nejen na přímý boj, ale i na vytváření podmínek, které by zajistily u rostlin zvýšenou odolnost.

Rostlina není jen pasivní substrát, na němž se vyvíjejí parasitní mikroorganismy, jak bylo dříve ustáleným názorem ve fytopatologii, kdy se zkoumal původce choroby odtrženě od choré rostliny a okolního prostředí. Víme, že patologický proces a jeho průběh v rostlině je závislý na různých vlastnostech rostliny a na mnoha faktorech okolního prostředí. Výběrem faktorů prostředí včetně hnojení máme možnost zasahovat do patologického procesu. Jak uvádí Strachov a Jarošenko (1952), je možné hnojením, zvláště stopovými prvky, působit na vzájemný poměr parasita a rostliny, který se vytvořil během vývoje, a tím dosáhnout podmínek, aby se rostlina stala odolnou proti chorobě. Stopové prvky jsou důležitým faktorem pro zlepšení odolnosti a zdravotního stavu rostlin, protože mají schopnost vyrovnávat poměr živin, zvyšovat odolnost rostlin proti nepříznivým vlivům vnějšího prostředí, zlepšovat transport živin do rostliny atd. V literatuře se setkáváme s mnoha údaji, z nichž je vidět, že stopové prvky mají velký význam jako faktory resistence a imunity. Sovětští badatelé zjistili, že bor, mangan a měď značně zvyšují odolnost rostlin proti snětím. Gigante (1935) pozoroval, že bor má vliv na zvýšení odolnosti pšenice proti *Puccinia triticina* Erikss., *P. glumarum* (Schm.) Erikss. et Henn. Kent (1945) dokázal, že soli lithia snižují náchylnost celeru k septoriose a pšenice k padlí a rzivosti.

METODY ZJIŠŤOVÁNÍ NEDOSTATKU ŽIVIN

Zatím nemáme žádnou universální metodu, která by umožnila zjistit jednoduše a rychle nedostatek kteréhokoliv živného prvku v půdě, hlavně jeho formy přístupné pro rostlinu. Setkáme-li se během vegetace v porostu s příznaky hladovění rostlin, je nutné co nejrychleji určit, kterého prvku je nedostatek, aby bylo možno včas a správně zasáhnout.

K tomu účelu slouží několik metod, z nichž každá má své přednosti i nedostatky. Některé metody vyžadují speciální a často nákladné laboratorní vybavení a předpokládají značné odborné znalosti a zkušenosti, proto zatím nemohou být použity v širší praxi.

Pro praxi nejjednodušší a pro svoji nenáročnost nejčastěji používaná je tzv. habitusová neboli visuální metoda, která umožňuje zjistit příčinu strádání podle zevních příznaků projevujících se na rostlině. Je velmi jednoduchá, ale má také své nedostatky: dá se použít jen v případech, kdy se nedostatek některé živiny projeví typickými a nápadnými příznaky. Rostliny však někdy nereagují zevními symptomy, zvláště při slabé deficienci živných prvků, přesto však jsou poškozeny ve vývoji a dávají snížené výnosy. V některých případech je jeden a týž zevní příznak strádání charakteristický jak pro nedostatek, tak pro nadbytek určitého prvku. Zevní symptomy se v některých případech objevují až tehdy, když je již pozdě na léčení rostliny, zvláště u jednoletých rostlin.

Čím dříve a silněji se zevní příznaky na rostlině projeví, tím více se snižuje výnos, ale také tím dříve můžeme zasáhnout. Úspěch přihnojení závisí potom na rozpustnosti a mobilnosti hnojiva v půdě, na tom, jak hluboko hnojivo zapravíme, na půdní vlhkosti a klimatických podmínkách. Lépe než přihnojení do půdy se při ochoření osvědčuje postřik na list, protože tak rostlina dostane živinu rychleji a bezpečněji.

Jak uvádí Magnickij (1954), je třeba znát zevní příznaky nedostatku nebo nadbytku jednotlivých živných prvků z těchto důvodů: 1. Abychom mohli přihnojit odpovídajícím hnojivem, objeví-li se příznaky včas. 2. Abychom mohli zpřesnit systém hnojiv v následujícím roce, objeví-li se příznaky později. 3. Abychom tak odhalili oblasti možného účinku nových hnojiv, především stopových prvků.

Abychom mohli pokud možno bezpečně stanovit diagnosu podle zevních příznaků, je třeba se seznámit kromě popisů uváděných v literatuře, které jsou jen diagnostickým vodítkem, i se symptomy přímo na živých, ochořelých rostlinách. Je to nezbytné proto, že popisy diagnos chorob z nedostatku výživy jsou často velmi obecné a neříkají nic o specifitě zabarvení při změně barvy listů; je to zřejmé např. z klasického pojmu chlorosa, kterým označujeme všechny barevné odchylky od normální zelené barvy do žluté nebo bílé a který nic neříká o specifické příčině choroby.

Proto se rostliny pěstují v čistém křemičitém písku a do živného roztoku se nedá živina, jejíž nedostatek chceme u rostliny vyvolat. Studium typických symptomů ochoření slouží potom jako vodítko při posuzování choroby v terénu. Je vhodné vybírat pro toto studium především takové rostliny, které zvlášť citlivě reagují na nedostatek určitého prvku, jako např. oves na nedostatek manganu, řepa na nedostatek boru, květák na nedostatek dusíku atd.

Další metodou je chemická analysa půdy a rostlin. U chemické analysy rostlin je třeba znát minimální obsah prvků (u zdravé rostliny) v různých orgánech a v různých fázích vývoje nebo se zaměřit na porovnání obsahu prvků ochořelých a zdravých rostlin, jestliže se projeví zevní příznaky nedostatku. Je řada speciálních metod chemického rozboru půd, podle kterých se lze rychle orientovat o zásobách rostlinných živin v půdě, např. metoda spektrální analysy, plamenometrická, kolorimetrická apod. Těchto metod používají zatím státní půdní zkušebny, ale v praxi se výsledků těchto analys dosud málo využívá.

Další metoda záleží ve výsevu tzv. indikátorových rostlin do malého množství zkoušené půdy, kam přidáváme různé dávky určitého prvku, o němž soudíme, že je v nedostatku, a sledujeme reakci rostlin na zásah.

Indikátorové rostliny. Příznaky hladovění z nedostatku živin bývají u některých rostlin málo charakteristické a mohou připomínat poruchy vyvolané jinými činiteli, např. škůdci, parasitními houbami, bakteriemi, nadbytkem vláhy, nízkou teplotou atd. Badatelé zabývající se výzkumem chorob z nedostatku výživy se proto snažili vybrat takové rostliny, které by reagovaly na nedostatek určitého živného prvku charakteristickými a lehce odlišitelnými změnami zevního vzhledu, tj. které by projevovaly velkou náročnost na určitou živinu a byly velmi citlivé na její výkyvy. Takové rostliny, podle nichž lehce určíme nedostatek některého prvku

Tabulka 3

Seznam indikátorových rostlin

(podle Magnického 1954)

Nedostatek prvku	Polní plodina	Ovocné dřeviny
N	květák, bílé zelí	jabloň, švestka, černý rybíz
P	rajče (mladé rostliny), tuřín, vodnice	srstka, jabloň
K	brambor, květák, fazol	srstka, jabloň, červený rybíz
Ca	květák	jabloň
Mg	brambor, kapusta	réva vinná, srstka, jabloň, černý rybíz
Fe	oves, brambor, květák	jabloň, hrušeň, maliník, švestka
B	cukrovka	jabloň
Mn	oves, brambor, cukrovka	jabloň, třešeň, maliník

v půdě, nazýváme indikátorovými nebo testovacími (tab. 3). (Magnickij 1954.)

Jiná v praxi používaná metoda je tzv. injekční metoda, i když v pravém slova smyslu nejde o zavádění roztoku do organismu pod tlakem. Podle Roacha (1939) se postupuje při této metodě tak, že se naříznou nebo seříznou části listové čepele. V prvním případě se vede zářez okolo hlavního nervu listu mezi dvěma silnými postranními nervy a ze zkumavky s roztokem soli určitého prvku, jehož nedostatek chceme zjistit, se zavádí roztok proužkem filtračního papíru nebo bavlníkovým vláknem upevněným v zářezu do listu. V druhém případě se seřízne špička listové čepele kolmo na hlavní nerv a seříznutou plochou se list ponoří do roztoku. Čím více je list seříznut, tím více roztoku proniká do zbývající části. Je třeba dbát toho, aby nebyla odstraněna více než jedna pětina středního nervu, protože jinak by roztok ovlivnil i sousední listy, které mají sloužit jako kontrola. V obou případech má trvat sorpce roztoku do listu asi 10 hodin. V případě chlorosy rostliny reagují změnou barvy listu, v jiných případech potlačením příznaků strádání za 7 až 10 dní.

Klíče k určování chorob z nedostatku výživy

V literatuře se setkáváme s mnoha klíči k určování chorob z nedostatku výživy u rostlin (McMurtrey 1938, Wallace 1943, Magnickij 1954). Klíče jsou buď zpracovány tak, že jsou v nich shrnuty zevní symptomy nedostatku výživy, vyskytující se obecně u rostlin, nebo jsou vypracovány pro určitou plodinu. Každý takový klíč je třeba posuzovat jako přehledné rozdělení různých důležitých podkladů pro diagnostiku a nikoliv jako ztrnulé schéma. Schropp (1951) přepracoval původní klíč McMurtreyův, který je velmi dobrou pomůckou pro praxi. Klíč je příkladem

zpracování diagnostických příznaků strádání vyskytujících se u rostlin obecně. Příkladem klíče pro jednu plodinu je Jonesův klíč k určování chorob z nedostatku výživy u brambor (Jones 1949).

Klíč k určování chorob z nedostatku výživy u brambor

(podle Jonese 1949)

Celková charakteristika: růst rostlin brzděn, symptomy více či méně lokalisovány, nedá se zjistit onemocnění virosou a jinými chorobami, barva rostlin změněna.

1. a) Symptomy se šíří po celé rostlině nebo jsou lokalisovány na spodních listech 2
   b) Symptomy lokalisovány na mladých listech 5
2. a) Symptomy se šíří po celé rostlině, rostliny žloutnou, schnou nebo se objevuje spála spodních listů. V případě silného hladovění se objevuje červenavé nebo fialové zbarvení 3
   b) Symptomy lokalisovány; na spodních listech se objevují chlorotické skvrny a dochází k nekrose pletiv. Spodní listy téměř nikdy nezasychají 4
3. a) Všechny listy postupně dostávají světlé zbarvení až do žluta. Změna barvy začíná od špiček a okrajů lístků. Ve výjimečných případech okraje spodních listů ztrácejí chlorofyl a zkrucují se. Rostliny zastavují růst a listy opadají.

   nedostatek dusíku ___

   b) Listy jsou tmavozelené, kadeřavé; při silném hladovění dostávají spodní listy fialové zbarvení. Rostliny jsou strnule vzpřímené a okraje lístků se svinují nahoru někdy až do číškovitého útvaru. Listy jsou malé. Růst rostlin je nápadně brzděn. V dužnině hlíz se mohou objevit rezavě hnědé skvrny.

   nedostatek fosforu

4. a) Spodní listy mají mnohem světlejší barvu než normálně. Chlorosa začíná od špiček a okrajů lístků nejspodnějších listů a postupně se šíří do středu listové plochy. Jsou zachvácena všechna pletiva mezi nervy. Potom se na lístcích mezi nervy objevují hnědé skvrny odumřelého pletiva. Jindy se na listech tvoří výdutě a ztlustliny a listy jsou neobyčejně křehké.

   nedostatek hořčíku

   b) Listy jsou drobné a mají mnohem tmavší barvu než obvykle, krabatí se a nervy jsou vpadlé. Starší listy později lehce žloutnou. Zpočátku pouze špičky a okraje lístků, později celé rostliny dostávají bronzové zbarvení, které je zvlášť nápadné v komplexu rostlin. Koncem vegetačního období jsou hladovějící rostliny napadány parasity.

   nedostatek draslíku

   c) Spodní listy jsou chlorotické; na všech listech se objevují roztroušené skvrny šedohnědé a bronzové barvy. Skvrny se objevují také na řapících listů a lodyhách. Pletiva v místech skvrn jsou propadlá. Horní listy mají vertikální postavení a okraje lístků se mohou svinovat nahoru.

   nedostatek zinku

5. a) Růstový vrchol odumírá; na chlorotických listech se objevují skvrny odumřelého pletiva. Odumírání růstového vrcholu předchází neobvyklé zakřivování basí nebo vrcholků mladých lístků 6
   b) Růstový vrchol neodumírá; nervy listů světle nebo tmavě zelené 7
6. a) Mladé listy mají mnohem světlejší zelené zbarvení než normálně, hlavně na basi lístků. Růstový vrchol buď odumírá nebo se zakřivuje, internodia jsou zkrácena, trs je neobvykle hustý. Listy tloustnou a svinují se nahoru; řapíčky lístků jsou nápadně křehké. Špičky a okraje lístků, zvláště na basi listů, předčasně odumírají. Hlízy jsou drobné a mají často trhliny.

   nedostatek boru

   b) Na lístcích mladých listů, zvláště u okraje, se objevují světle zelené proužky; pletiva těchto partií často odumírají. Lístky na basi listů mají potom svraštělý vzhled. V některých případech se mladé listy na vrcholu rostliny nerozvíjejí a růstový vrchol odumírá. V dužnině hlíz se objevují partie odumřelého pletiva,

Klíč k určování chorob z nedostatku výživy

(podle Schroppa 1951)

Skupina 1 — Zachvácena celá rostlina, nebo jen místně ohraničené změny na starších listech

- Změny na celé rostlině, často jen žluté nebo červenavé zbarvení starších listů
  - **Dusík:** rostliny světle zelené, spodní listy žluté, stonek krátký a tenký, tuhý a křehký. Kořeny v poměru ke stonku velmi dlouhé, málo postranních kořenů.
  - **Fosfor:** rostliny tmavozelené (hyperchlorofylosa), silná patologická tvorba anthokyanu, uschlé listy mají zelenohnědou barvu; stonek krátký a jemný, rostliny mají vzhled ztrnulosti, kořeny hnědnou nebo červenají.
- Místně ohraničená skvrnitost doprovázená nekrosou na starších listech
  - **Draslík:** starší listy skvrnité s nekrotickými místy na špičkách a okrajích, okraje listů krabaté nebo pokroucené, pletiva mezi nervy vyklenutá, při silném nedostatku mnoho nekrotických skvrn, povadlý vzhled, rostlina odumírá odspodu.
  - **Hořčík:** starší listy chlorotické (špinavě zelené), v extrémních případech s šedými skvrnami, typická mramorovitost listů, nervy zůstávají zelené.
  - **Zinek:** poruchy chlorofylu (zesvětlení až do běla), rychle následuje nekrosa pletiv, která zachvátí v těžkých případech celou rostlinu. Zakrnělý růst, malé listy se často svinují.

Skupina 2 — Místně ohraničené změny na mladších listech a růstovém vrcholu

- Růstový vrchol intaktní, chlorosa většinou na mladších listech provázena nekrosou, nervatura zůstává zelená
  - **Železo:** nejmladší listy žluté až bílé bez nekrotických skvrn, silnější nervy zůstávají zelené, stonek krátký a jemný, kořeny krátké, hnědě zbarvené.
  - **Mangan:** na mladších listech nekrotické skvrny, nervy zůstávají zelené; na listech obilnin (od starších listů počínaje) ve spodní části čepele šedé až hnědozelené skvrny s tmavým lemem; listy se lámou ve spodní části a visí sklesle dolů; kořeny se zbarvují často hnědě a jsou špatně vyvinuty.
  - **Síra:** mladší listy světle zelené, jednotlivě i nekrotické skvrny, nervy jsou světlejší než okolní pletiva, stonky krátké a jemné; rostliny upadají do stavu ztrnulosti podobně jako při nedostatku dusíku; kořeny bílé, bohatě větvené.
  - **Měď:** u trav svinování nejmladších listů od špičky podél hlavního nervu, špičky listů zelenožluté až žlutobílé, tvorba klasů silně brzděna, když se klásky vytvoří, jsou hluché; u dvouděložných přechází barva listů do žluta, na listech se objevují hnědožluté až žlutobílé nekrotické skvrny; tvorba generativních orgánů je silně omezena.
- Růstový vrchol odumírá, mladší listy chlorotické a různě deformované
  - **Vápník:** odumírají růstové vrcholy, okraje listů se zbarvují žlutozeleně a odumírají, rostliny mají povadlý vzhled; kořeny jsou ježaté, krátké, slizké, hnědnou nebo černají.
  - **Bor:** nejdříve vyblednou nejmladší listy od base ke špičce, listy hnědnou až černají a odumírají, jsou často tuhé a křehké. Stonek, který je krátký, odumírá od vrcholu, barví se hnědě nebo černá, kořeny slabé a hnědnou.

a to nejprve ve formě rozsetých teček hnědé barvy v oblasti svazků cévních u basálního konce hlízy.

nedostatek vápníku

7. a) Mladé listy ztrácejí turgor a jsou ve stavu stálého vadnutí. Při vývoji květních poupat vrcholový pupen zaniká, zvláště při silném strádání. V pozdějších stadiích špičky lístků zasychají. Chlorosa se neobjevuje.

nedostatek mědi

b) Na všech mladých listech se šíří chlorosa. Špičky a okraje lístků si dlouho uchovávají zelené zbarvení. Hlavní nervy zůstávají zelené, chlorotická pletiva postupně dostávají bledě žluté zbarvení. Ve výjimečných případech listy zbělají.

nedostatek železa

c) Pletiva mezi nervy a vrcholky lodyh jsou mnohem světleji zbarvena než normálně, později dostávají světle žlutou až bílou barvu. Na listech se objevuje množství malých hnědých skvrn, jejichž počet se postupně zvyšuje. Na spodních listech symptomy strádání obvykle chybějí. Slabé strádání vyvolává jen lehkou chlorosu.

nedostatek manganu

d) Symptomy se šíří pomalu; je možno pozorovat žloutnutí listů i s nervy, připomínající strádání z nedostatku dusíku, ale listy nezasychají. Růst rostlin se zastavuje. Při delším nebo silném strádání se na listech objevují skvrny.

nedostatek síry

Literatura

Anet H.: L'action du bore sur les végétaux et son role dans les maladies physiologiques on des carences des arbres fruitiers. Rev. hortic. suisse 13: 214, 1940.

Askew H. O. and *Williams W. R. L.:* Brown spotting of apricots a boron deficiency diesease. New Zealand Journ. Sci. a Techn. 21: 103, 1939.

Baudyš E.: Zdravotní význam boru pro rostliny. Zemědělský zpravodaj 4: 134—135, 1937.

Baudyš E.: Draslo jako prostředek k ochraně rostlin, 7. vyd., Praha 1939.

Baudyš E.: Choroby a škôdcovia ovocných plodín. Bratislava 1952.

Blattný C., Starý B.: Chlorosa — žloutenka révy vinné. Vinařský obzor 36: 3—5, 1942.

Blattný C. a *Perlhefter K.:* Bor a srdečková hniloba řepy krmné. Ochrana rostlin 19—20: 26—28, 1946.

Brandenburg E. und *Buhl C.:* Über das Vorkommen von Molybdänmangel bei Blumenkohl in Westdeutschland und seine Verhütung. Z. Pfl. Krankh. 62: 514—528, 1955.

Cook R. L.: Boron deficiency in Michigan Soils. Sci. Soc. Amer. Proc. 2: 375—383, 1937.

Czapek F.: Biochemie der Pflanzen. Bd. I, 6 Aufl. s. 582, 1913.

Davies E. B.: A case of molybdenum deficiency in New Zealand. Nature, Lond. 156: 392, 1945.

Dennis A. C.: Boron deficiency in members of the cabbage family. London 1942.

Duchoň F.: Nové poznatky o hnojení chmelnic ve světle domácích exaktních pokusů. Zeměděl. archiv roč. 32, č. 6, 1941.

Duchoň F., Provázek J.: Příspěvek k otázce vlivu uhličitanu vápenatého a hořečnatého na vývoj klíčních rostlin lupiny, zvl. žluté sladké. Sb. čs. akad. zem. 12: 1, 1937.

Dearborn Ch., Thompson H. C. and *Raleigh G. J.:* Cauliflower browning resulting from a deficiency of boron. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34: 483—487, 1936.

Dunne T. C.: "Wither Tip" or "Summer Dieback", a copper deficiency of apple trees. Journ. Dept. Agr. W. Australia, 15: 120—126, 1938.

Dunne T. C. and *Calvin:* Manganese deficiency apple trees. West. Austr. Dept. Agr. Journ. (ser. 2) 23: 127—130, 1946.

Eaton S. W.: Effects of boron deficiency and excess on plants. Plant Physiol. 15: 95—107, 1940.

Ehrenberg P.: Das Kalk-Kali-Gesetz. Landw. Jahrb. Bd. 54, 1—159, 1919.

Evans H. J.: Role of molybdenum in plant nutrition. Soil Sci. 81: 199—208, 1956.

Ferguson W.: Boron deficiency in cauliflower. Sci. Agric. 18: 388–391, 1938.
Frank A. B.: Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880.
Gäumann E.: Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1946.
Gigante R.: Investigations of the influence of boron to the resistance of plants to parasitic attack. Bol. R. Staz. Pat. Veg. (Roma), n. s. 15: 471, 1935.
Gračanin M.: Über die Symptome mangelhafter Magnesiaernährung der Pflanze, Sonderdruck, Zagreb 1939.
Haan K. de: Mangan Mangel bei Zuckerrübe. Mededeelingen van het Institut voor Siikerbietenteelt. H. 5, 1934.
Hadfield J. F.: What molybdenum does. Trace element that stimulates plant growth. N. Z. Gdnr. 10: 246–247, 1953.
Hewitt E. J., Bolle-Jones E. W.: The effect of zinc and copper deficiencies on crop plants grown in sand culture. The ann. Rep. of the Agric. and Hortic. Res. Sta. Long Ashton, Bristol, str. 58–62, 1951.
Hewitt E. J.: Symptoms of molybdenum deficiency in plants. Soil Sci. 81: 159–171, 1956.
Hill H.: Physiological disorders of apples. Pomological and fruit growing Soc. Quebeck, 42nd Ann. Rept., str. 65, 1935.
Hiltner E. (1915), podle *Sorauera:* Handb. der Pflanzenkrankheiten Bd. 1, Teil 1. Berlin 1933.
Hiltner E.: Die Weisstüpfelung der Lucerne eine Kalimangelerscheinung. Prakt. Bl. Pflanzenb. u. Freising, München 1: 46–49, 1923.
Hoagland D. R.: Water culture experiments on molybdenum and copper deficiencies of fruit trees. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 38: 8–12, 1940.
Chandler F. B.: Nutrition of Brassica and Potatoes. Soil Sci. 57: 67–73, 1944.
Johnston E. S. and *Dore W. H.:* The influence of boron on the chemical composition and growth of the tomato plant. Plant Physiol. 7: 31–62, 1929.
Johnston E. S. and *Fischer P. L.:* The essential nature of boron to the growth and fruiting of the tomato. Plant Physiol. 5: 387–392, 1930.
Johnson C. M., Pearson G. A. and *Stout P. R.:* Molybdenum nutrition of crop plants. Plant and Soil 4: 178–196, 1953.
Jones H. A., Brown B. E., Houghland G. V.: Simptomy golodanija u kartofelja. Podle Hunger signs in crops (ruský překlad, Moskva 1957), 1949.
Kent N. L.: The influence of lithium salts on certain cultivated plants and their parasitic diseases. Ann. Appl. Biol. 28: 189, 1945.
Kotte W.: Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung. Berlin 1952.
Kratochvíl J., Zakopal J.: Škodliví činitelé máku na Moravě v r. 1943, Ochrana rostlin 21: 26–37, 1948.
Küster E.: Pathologie der Pflanzenzelle. Teil 2, Protopl. Monograph. 13. Berlin 1937.
Ležnev-Finkovskij P. J.: O primenenii mikroelementov v seľskom chozjajstve SSSR. Zemledelije 8: 122–125, 1954.
Lindner R. C. and *Harley C. P.:* Nutrient inter-relations in lime induced chlorosis plant. Plant Physiol. 19: 418–423, 1944.
Magnickij K. P.: Diagnostika pitanija rastenij po ich vnešnemu vidu, viz Agrochimičeskije metody issledovanija počv. A. N. SSSR, str. 354–375. Moskva 1954.
Maier W.: Was wissen wir heute von der Chlorose? Der Forschungsdienst 13: 149 až 169, 1942.
Mazajeva M. M.: Priznaki magnijevogo golodanija rastenij. Izv. Akad. Nauk SSSR, ser. biol. 3: 91–103, 1951.
Maksimov A.: Mikroelementy w rolnictwie. Warszawa 1955.
McHargue J. S. and *Calfee R. C.:* Further evidence that boron is essential for the growth of lettuce. Plant Physiol. 8: 305–313, 1933.
McKarty H. R.: Tree injections with boron and other materials as a control for drough spot and corcy core of apples. Sci. Agric. 16: 625–633, 1936.
McLean F. T., Gilbert B. E.: Manganese as cure for a chlorosis of spinach. Science, Wash. 61: 636–637, 1925.
McMurtrey J. E.: The effect of boron deficiency on the growth of tobacco plants. Journ. agric. Res. 38: 371, 1929.
McMurtrey J. E.: Distinctive plant symptoms caused by deficiency of any one of the chemical elements essential for normal development. Bot. Rev. 98: 183–203, 1938.
McVicar and *Struckmeyer E.:* The relation of photoperiod to the boron requirement of plants. Bot. Gaz. 107: 457, 1946.

Merkenschlager F.: Phosphorsäuremangel, viz: *Sorauer P.*: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. 1, Teil 1, str. 237—248, Berlin 1933.
Mevius W. (1927) podle: *Sorauer P.:* Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. 1, Teil 1, Berlin 1933.
Meyer L.: Die Tomate, ein empfindlicher und schneller Indikator für Phosphorsäuremangel des Bodens. Fortschr. Landwirtsch. 4: 684, 1929.
Molisch H.: Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. G. Fischer. Jena 1892.
Molisch H.: Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei, G. Fischer. Jena 1916.
Mulder D.: Magnesium deficiency in fruit trees on sandy soils and clay soils in Holland. Plant and Soil 2: 145—157, 1950.
Mulder E. G.: Molybdenum in relation to growth of higher plants and microorganismus. Plant and Soil 5: 368—412, 1954.
Noll J.: Herzlosigkeit an Blumenkohl, eine Molybdänmangelerscheinung. Der deutsche Gartenbau 2: 129—132, 1955.
Novák V., Pelíšek J.: Problém mikroelementů půdních. Věst. čs. ak. zeměděl. 16: 252—257, 1940.
O'Brien D. G. and *Dennis R. W. G.:* Raan on boron deficiency in Swedes. Scot. J. Agric. 18: 326—334, 1935.
Okuncov M. M.: Vlijanije medi na chlorofil a starenie rastenij. DAN SSSR, 54: 837 až 840, 1946.
Okuncov M. M.: Fiziologičeskoje značenije medi dlja rastenij i vlijanije jejo na urožaj. Mikroelementy v žizni rastenij i životnych, str. 371—380, AN SSSR, Moskva 1952.
Oserkovsky (1938) podle: *Maier W.:* Was wissen wir heute von der Chlorose. Der Forschungsdienst 13: 149—169, 1948.
Overholser E. L., Overley F. L. and *Wooton L. B.:* Boron in horticulture. Wash. Agr. Exp. Sta. Sci. Pap.: str. 73—86, 1937.
Parsche F.: Über die Kalkchlorose der Lupinen. Z. Pfl. Ernähr., Düng., Bodenkde. A 41: 282—312, 1936.
Piper C. S.: Marsh spot of peas a mangenese deficiency disease. J. agric. Sci. 31 (4): 448, 1941.
Plant W. P.: The control of "Whiptail" in broccoli and cauliflower. J. horticult. Sci. 26: 109—117, 1951.
Pospelov I. A.: Bornyje udobrenija na podzolistych počvach SSSR. A. N. SSSR, Moskva 1947.
Raumer E. v. und *Kellermann Ch.* (1880) podle: *Sorauer P.:* Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Bd. 1, Teil 1. Berlin 1933.
Reed H. S. and *Dufrenoy J.:* The effects of zinc salts on the oxydation process in plant cells. Science 82: 249—250, 1935.
Reed H. S.: The relation of copper and zinc salts to leaf structure. Amer. J. Bot. 26: 29—33, 1939.
Reed H. S.: Effects of zinc deficiency on phosphate metabolism of the tomato plant. Amer. J. Bot. 33: 778—784, 1946.
Reinhold B.: Příspěvek k otázce minerálního hnojení. Cyklost. přednáška. Praha 1953.
Roach W. A.: Plant injection as a physiological method. Ann. Bot. London 3: 155 až 226, 1939.
Robinson W. O., Edgington: Toxic aspect of molybdenium in vegetation. Soil Sci. 65: 197—198, 1948.
Russel E. J.: Boden und Pflanze. Dresden, 2. Aufl., 1936.
Rogers C. H. and *Shive J. W.:* Plant Physiol., Lancaster 7: 227—252, 1932.
Sannikova N. M.: Nekotoryje fiziologičeskije priznaky kalijnogo golodanija rastenij Sb. Pamjati akad. A. N. Prjanišnikova, A. N. SSSR, str. 140—148, 1950.
Schreiner O. and *Dawson P. R.:* Manganese deficiency in soils and fertilizers. Ind. Engng. Chem. 19: 400, 1927.
Schropp W.: Bor und Gramineen. Der Forschungsdienst 10: 138—160, 1940.
Schropp W.: Der Vegetationsversuch. 1. Die Methodik der Wasserkultur höherer Pflanzen. Radebeul und Berlin 1951.
Scott C. E.: Boron nutrient of the grape. Soil Sci. 57: 55—59, 1944.
Skinner S.: Hunger signs in crops. publ. Amer. Soc. Agr. St. str. 149, 1941.
Skook J.: Effect of boron on growth and development of the radish. Bot. Gaz. 103, 280—294, 1941.
Smolák J.: Ochrana rostlin. St. zeměděl. nakl., Praha 1954.
Sommer A. L. and *Sorokin H.* (1928) podle Z. Pfl. Ernähr. Düng., Bodenkde. A 18: 61, 1930.

Strachov T. D., Jarošenko T. V.: Rol mikroelementov v povyšenii ustojčivosti rastenij protiv zabolevanijam, viz Mikroelementy v žizni rastenij i životnych. A. N. SSSR, Moskva 1952 str. 603—612.
Školnik M. J.: Vlijanije bora i drugich dopolnitelnych elementov na razvitije lna. Izv. Akad. Nauk SSSR, 8: 1163, 1933.
Školnik M. J.: Značenije mikroelementov v žizni rastenij i v zemledelii, A. N. SSSR, Moskva 1950.
Školnik M. J.: O vzaimnoschodnom dejstvii nekotorych mineralnych elementov na obmen veščestv. Izv. Akad. Nauk SSSR, ser. biol. 56: 3—12, 1955.
Šugar J. A.: Vlijanije magnija na raspredelenije sacharov v rastenijach. Fiziologija rastenij 3: 32—35, 1956.
Vogel F.: Topfvegetationsversuche über Nährstoffmangel und Wachstumserscheinungen zu gärtnerischen Kulturpflanzen auf drei verschiedenen Böden. Gartenbauwissenschaft 2: 289, 1929.
Wallace T.: The diagnosis of mineral deficiencies in plant by visual symptoms. London 1943.
Warington K.: The changes induced in the anatomical structure of *Vicia faba* by the absence of boron from the nutrient solution. Ann. Bot., London 11: 27—42, 1926.
Walker C. A.: Histologic — pathologic effects of boron deficiency. Soil Sci. 57: 51 až 54, 1944.
Weibosch W. A., van Koot Y. und *vant' Sant L. E.:* Hartloosheid en klemhart by bloemkool. Versl. Landbouwk. Onderz. No. 56: 1—53, 1950.
Zeleniewski B.: Mikronawozy. Warszawa 1950.

Původci parasitních chorob

VIRY

HISTORICKÝ ÚVOD

Virové choroby se objevovaly již velmi dávno, ač o tom nejsou přesné záznamy. Zvláště tomu tak bylo u četných virových onemocnění lidí, o kterých dnes víme, že se vyskytovaly již ve stoletích před naším letopočtem; např. epidemie neštovic postihovaly obyvatelstvo celého světa. Ve středověku byly virové nemoci zavlékány do Evropy z Východu křižáckými výpravami. Katastrofální epidemie neštovic v Číně byly zaznamenány již 1700 let před n. l.

Podobně tomu bylo i s virovými chorobami rostlin. První popisy jevů, o nichž dnes bezpečně víme, že jsou u rostlin vyvolávány viry, jsou pestrobarevné květy tulipánů, které popisuje a malbami doprovází holandský badatel L'Ecluse již v roce 1576. V roce 1670 byla o tomto jevu již vyslovena domněnka, že je způsoben chorobou, a dnes víme, že je to virová choroba přenosná mšicemi. Holandští pěstitelé tulipánů asi od roku 1637 věděli, že se pestrobarevnost tulipánových květů dá přenášet i roubováním částí nemocných cibulí na zdravé, a využívali toho k množení a pěstování pestrobarevných tulipánů, které svého času byly ve velké oblibě (Blackgrave 1675 cit. Smith 1948). V roce 1715 byl publikován příspěvek o infekční chlorose jasmínu v anglickém časopise „Art of Gardening" (cit. Smith 1948).

O padesát let později od roku 1765 jsou první zprávy o tzv. „kadeřavosti" brambor (cit. Smith 1948). O příčinách tohoto jevu byly různé rozpravy a dohady. Poněvadž většina badatelů zjistila, že nové odrůdy brambor byly proti této chorobě odolnější, věřilo se, že hlavní příčina tkví v degeneraci vlivem dlouholetého vegetativního rozmnožování. Experimentální práce z té doby nejsou, ale někteří angličtí badatelé (Anderson 1792, cit. Bawden 1950) zjistili, že z hlíz sklizených z nemocných trsů vyrostou zase podobné degenerované trsy. Dále zjistili, že v určitých uzavřených oblastech, hlavně horských, nebo ve větrných polohách u moře bylo možné pěstovat některou odrůdu brambor po mnoho let, aniž jevila známky degenerace, ač táž odrůda pěstovaná v jiných polohách byla již dávno zdegenerovaná a nedávala uspokojivé výnosy. Silný výskyt tzv. degenerace čili senility brambor byl zaznamenán v roce 1775, kdy dokonce někteří pěstitelé brambor, hlavně v Anglii, severní Francii, Holandsku a Německu, přestali pěstovat brambory, poněvadž nedávaly dobré výnosy. Předpokládá se také, že tato choroba byla do Evropy zavlečena po roce 1765; do té doby zde totiž nebyla známá (Köhler 1939b).

Žloutenka broskvoní, známá ze Severní Ameriky, byla po prvé popsána v roce 1791, ale podle historických záznamů (Smith 1894) působila škody

již od roku 1750. Kolem roku 1868 se objevil na trzích v Evropě pestrobarevný abutilon, pravděpodobně *Abutilon striatum* var. *thompsonii*, a stal se velmi oblíbenou okrasnou rostlinou, která byla rozmnožována tím, že se výhonky pestrobarevného abutilonu roubovaly na zelenolisté odrůdy, jejichž nově vyrašené listy se potom také staly pestrobarevnými. To je vlastně první důkaz přenosnosti tohoto jevu, o kterém dnes víme, že je virového původu (Baur 1904). Je to virová choroba, která až do nedávna byla přenosná pouze roubováním. Teprve v posledním desetiletí byl v Americe zjištěn hmyz molice tabáková (*Bemisia tabaci* Gen.), který tuto chorobu přenáší (Orlando a Silberschmidt 1946).

První vědecký důkaz přenosu choroby, která je dnes považována za virovou, podal Smith (1894), který u žloutenky a rosetky broskvoní v USA prokázal přenosnost očkováním. V roce 1886 Mayer v Holandsku popsal chorobu tabáku, kterou nazval „mosaika", a od té doby se tento výraz používá pro popisování určitých typů virových chorob. Mayer prokázal, že se tato mosaiková choroba tabáku dá přenést na zdravý tabák očkováním šťávou z nemocné rostliny. Mayerovy práce o přenosu mosaiky tabáku šťávou lze považovat za počátky moderního studia virových chorob vůbec, ač první vědecký důkaz o existenci virů podal ruský badatel Ivanowski (1892, 1903). Ivanowski také pracoval s mosaikou tabáku, chorobou obvyklou na tabáku na jihu Ruska, a prokázal, že šťávou z nakažených rostlin může nakazit zdravé rostliny tabáku i tehdy, když šťávu profiltroval bakterijním porcelánovým filtrem, takže byla bakterijně sterilní. Ivanowski si nebyl vědom ohromného dosahu svého objevu, který přešel téměř bez povšimnutí, ač byl publikován v rozpravách tehdejší Petrohradské akademie věd. Jeho práce byla nezávisle opakována holandským badatelem Beijerinckem a byla publikována v roce 1898. Také on zjistil filtrovatelnost tohoto nakažlivého činitele vyvolávajícího mosaiku tabáku a nazval jej „contagium vivum fluidum".

Od počátku 20. století se studium virových chorob rostlin postupně vyvíjelo. Chorobami brambor, které dnes známe jako virové, např. svinutka, kadeřavka apod., se zabývali četní badatelé již od počátku století (Köck 1909, Vaňha 1910, Bohutinský 1910, Dafert 1911 aj.). První práce se vesměs obíraly symptomatologií, patologickou anatomií, identifikací nových virových chorob a jejich přenášením.

Důležitost a význam hmyzu jako přenašečů byl bezpečně prokázán roku 1895, kdy Takata dokázal, že virovou zakrslost rýže, přenáší křísek *Nephotettix apicalis* Motsch. Souvislosti mezi hmyzem a virovými chorobami byly odhalovány poměrně pomalu. V roce 1914 Orton ukázal, že se degenerace brambor projevuje ve více formách, a popsal tři typy onemocnění; toto hrubé rozdělení se dodnes dodržuje (svinutka, mosaika a čárkovitost). Objev, že svinutka je přenosná virová choroba, učinil teprve Quanjer v roce 1913. Domněnku, že je přenosná mšicemi, vyslovil Botjes (1920), což také potvrdili Schultz a Folsom (1923), kteří rovněž určili mšice, jež ji přenášejí. Tím teprve byly definitivně skončeny tehdejší rozpory o degeneraci brambor a ustálil se názor, že degenerace je způsobena pozvolným přibýváním virových chorob v bramborových porostech; tento názor platí až dodnes, ač jsou i jiné okolnosti, které při degeneraci spolupůsobí, jak ukazují práce sovětských autorů o vyrodění (Dunin

1945 aj.). Přenosnost pestrobarevnosti tulipánů mšicemi byla prokázána až v roce 1929 (Hughes 1930).

Okolnost, že rostlina může být nakažena virem, aniž projevuje zevní příznaky, byla objevena roku 1918 (Nishimura). Bylo prokázáno, že rostliny *Physalis alkekengi* L. po očkování šťávou z mosaikových tabáků neprojeví žádné zřetelné příznaky onemocnění, ač jejich šťáva je infekční, a když je očkována na zdravé tabáky, vyvolá na nich zřetelné příznaky mosaiky. Nishimura pravděpodobně pracoval s mírným kmenem mosaiky tabáku, poněvadž jiné kmeny viru mosaiky tabáku, např. kmen C a kmen AL, způsobují i na této rostlině zřetelné příznaky (Blattný 1956b). Bezpříznaké nositele virových chorob (karrierové rostliny) dnes považujeme za velké nebezpečí; přechovávají a udržují totiž virové choroby četných kulturních rostlin [např. virus „paracrinkle" z brambor *Solanum virus 7* (Sal. et Pelley) Smith, virus S z brambor, virus X z brambor *Solanum virus 1* (Orton) Smith apod.]. V USA bylo u některých odrůd brambor zjištěno, že jsou přirozeně infikovány virem X s takovou pravidelností, že tento virus byl nazván virem zdravých brambor (Schultz a Folsom 1925, Johnson 1925).

Je mnoho virů, které jsou u některých rostlin v latentním stavu. Tím rozumíme, že rostlina v určitém stadiu vývoje nebo v určité fázi v roce neprojevuje příznaky onemocnění a často se u ní také přítomnost viru dá obvyklými způsoby těžko zjistit. Příznaky onemocnění se však mohou opět na rostlině projevit za změněných vnějších podmínek (světlo, teplo, výživa apod.), a jakmile tyto podmínky pominou, příznaky opět zmizí a rostlina z virového onemocnění uroste. Je tu rozdíl proti jiným virům a rostlinám, kde mluvíme o tzv. utajených hostitelích. Takové rostliny, ač jsou určitým virem nakaženy, příznaky onemocnění neprojeví a často se jen náhodou zjistí, že jsou nakaženy virem. Jsou to tzv. bezpříznací hostitelé virových chorob (karrierové rostliny) (Bawden a Kassanis 1947a).

Příkladem latentních virů jsou také některé viry, které na rostlině působí počáteční reakci — příznaky — a pak jsou v rostlině udržovány (karrierové rostliny) stále, aniž se příznaky znovu objeví. Sem patří např. i virus černé prsténkovitosti rajčat a některé jiné viry také prsténkovitého typu (ringspot type) (Smith 1946b). Jsou ovšem některé rostlinné viry, které se zdají úplně latentní, např. virus „paracrinkle" bramborové odrůdy King Edward (Salaman a Pelley 1930), latentní virus kokotice (Bennett 1944b) a latentní virus cukrovky a krmné řepy (Smith 1951). Latentní virus cukrovky má zajímavé vlastnosti, jež opět doplňují celkové spekulace o původu virů vůbec. Tento virus je totiž přítomen na jaře a v časném létě téměř ve všech sazečkách, aniž se na rostlinách projevují nějaké vnější příznaky. S postupem léta virus z rostlin mizí, a to i z těch, které byly předtím naprosto positivní. Tento virus se nepřenáší ani semenem, ani mšicemi, jak bylo dokázáno pokusy. Také na počátku jara množství viru v rostlině stále stoupá, to znamená, že se virus v rostlině pomnožuje, a pak zase postupně mizí. Jeho množství není stejné ani ve všech částech rostlin. Tento virus nebyl nikdy isolován z mladých řep vyrostlých ze semene. Když se však očkuje na mladé rostlinky řepy, stane se někdy systemický, někdy způsobuje lokální lese na očkovaných lístcích řepy.

Testující rostlina je *Vigna sinensis* L. (kravský hrách), u níž očkujeme první listy, které jsou velmi citlivé k tomuto viru a reagují na něj tvorbou

červených nekrotických skvrn na očkovaných listech; jsou-li rostliny ve skleníku, virus se v rostlině dále nešíří. Bylo však zjištěno, že je-li očkovaná rostlina *Vigna sinensis* L. ponechána venku, projeví za několik týdnů příznaky těžké systemické nekrosy, která rostlinu zahubí. To je názorný příklad, jak vznikne úplně nová virová choroba, ač první počátek byl vlastně učiněn umělým zásahem očkováním šťávou zevně úplně zdravé sazečky řepy. Takto nově vzniklá virová choroba je v nových vnějších podmínkách a může nastat i případ, že se najde hmyz, který ji přenese na jiné rostliny, takže zde máme příklad úplně nové virové choroby přenosné hmyzem. Tak se pravděpodobně také dostal virus tabákové nekrosy (*Nicotiana virus 11* Smith), původně objevený v kořenech tabáku a jiných rostlin ve skleníku, na tulipány a fazole, kde způsobuje systemickou infekci. V tomto případě však prozatím nevíme, zda byla choroba přenesena hmyzem. Tak také mohla vzniknout i virová choroba kakaovníku zvaná „zduřelost a kyjovitost větví", která se objevila náhle po roce 1940 v kakaovníkových plantážích východní Afriky a odtud se rozšířila i do jiných oblastí pěstování kakaovníků, kde způsobuje značné hospodářské ztráty.

Existují však také viry, které se od latentních virů liší tím, že se náhle objeví na některé rostlině, často pouze na jediné, na které způsobují viditelnou a často velmi těžkou chorobu. Tyto viry, zdá se, nemají ani vektory a mizí se zánikem původní hostitelské rostliny, nejsou-li ovšem ve skleníku uměle dále udržovány přeočkováním. Jsou četné příklady tohoto jevu, jako např. mosaika na tařici (*Alyseum*), virová mosaika libečku lékařského (*Levisticum officinale* Koch.) (Smith a Markham 1944a, b), které se objevily a zase zmizely. Podobný případ je např. i virus zakrslosti rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith) a virus černé prsténkovitosti rajčat (Smith 1935, 1946b). Virus zakrslosti rajčat je klasický příklad viru, který se dokonce podařilo krystalovat a který slouží dodnes jako vzor při studiu fysikálně chemických vlastností rostlinných virů. Nemá také vektora a je udržován jen uměle ve skleníku. Venku ve volné přírodě se od doby svého objevení na ojedinělé rostlině dosud ještě nezjistil nikde.

Pokud jde o tyto viry, musíme buď připustit teorii o jejich vzniku „de novo", nebo že tyto viry byly v rostlině přítomny v latentní formě anebo vznikly mutací a musí být přenosné semenem. Předpokládáme-li, že jsou latentní v rostlině, pak jejich náhlé množení musí být vyvoláno určitým stimulátorem, který však dosud neznáme (Smith 1952).

Skutečnost, že některá onemocnění kulturních rostlin jsou vyvolána současnou infekcí dvěma nebo i více viry, první objevil Vanterpool v r. 1926 u rajčat ve skleníku. Choroba známá pěstitelům jako čárkovitost nebo proužkovitost stonků rajčat je vyvolávána působením dvou virů, a to virem mosaiky tabáku a virem X z brambor. Jsou-li tyto dva druhy virů na rostlině rajčete samostatně, vyvolávají často jen málo zřetelnou mosaiku.

Na možnost existence virových chorob u vyšších hub upozorňují Blattný a Pilát (1957). První důkaz existence virových chorob u jehličnatých dřevin - u smrku - podal Blattný (1956a), který již od dvacátých let se u nás zabýval sledováním a studiem viros (Blattný 1928, 1930a, b).

Práce Carsnerovy (1925) a McKinneyovy (1926b) ukázaly, že se viry chovají podobně jako ostatní živé organismy a že podléhají změnám podobným mutacím u vyšších rostlin. Dnes bezpečně víme, že některé viry se v přírodě vyskytují v četných kmenech často se od sebe lišicích jak

v příznacích na témž hostiteli, tak i v přenosnosti na různé hostitele, dokonce i v přenosnosti různými druhy hmyzu. Práce Thungovy (1931) a Salamanovy (1933) ukázaly, že četné kmeny viru mosaiky tabáku a viru X z brambor jsou navzájem antagonistické. Je-li totiž rostlina infikována jedním kmenem viru mosaiky tabáku, který se na rostlině např. projevuje jen mírnými příznaky, nemůže být dále nakažena jiným kmenem téhož viru, který se normálně projevuje velmi silnými příznaky. Tato schopnost některých kmenů virů chránit rostlinu proti infekci jiným kmenem téhož viru byla od té doby prokázána u četných jiných virů a je dnes součástí metodiky zjišťování příbuznosti virů, které způsobují na rostlině třeba shodné příznaky (tzv. křížový test očkováním šťávou — interference virů, jak o ní bude zmínka později). Podle novějších poznatků i u nás potvrzených neplatí tato vlastnost všeobecně a jsou určité kmeny některých virů, ba dokonce i viru mosaiky tabáku, které nejsou navzájem antagonistické (Blattný 1956b).

Objev, že rostlinné viry jsou antigenní, že totiž jejich injikování do krevního oběhu zvířat vyvolává tvorbu specifických protilátek, séra z krve imunisovaných zvířat pak specificky reagují s rostlinnými viry, po případě se šťávou rostlin nakažených těmito viry, byl učiněn roku 1927 (Dvorak). Sérologické metody aplikované v rostlinné virologii byly prohloubeny dalšími studiemi a dnes mají široké praktické použití (Purdy-Beale 1928a, 1929, Kleczkowski 1941a, Bawden a Kleczkowski 1941 aj.). U nás v tomto směru pracovali Jermoljev a Hruška (1939a, b, 1947, Jermoljev 1952, Pozděna, Čech, Blattný 1956, Pozděna, Čech 1957).

V historickém přehledu virů a virových chorob lze zhruba rozlišit čtyři období. První období začíná ve středověku s prvními záznamy o virových chorobách rostlin a končí asi rokem 1868 popisem pestrobarevnosti abutilonu. V tomto období se neprováděl žádný výzkum tak, jak mu rozumíme dnes, ale byly tu učiněny první základní objevy, např. přenos pestrobarevnosti květů tulipánů roubováním cibulí, přenos pestrobarevnosti listů abutilonu a žloutenky broskvoní na zdravé rostliny očkováním nebo roubováním. Druhé období začíná pracemi o přenosu mosaiky tabáku mechanickým očkováním šťávou a základními pracemi o filtrovatelnosti mosaiky tabáku (Ivanowski 1892, 1903, Beijerinck 1898). Třetí období začíná objevem možností přenosu virových chorob rostlin hmyzem a intensivním studiem virových chorob vůbec, sérologií rostlinných virů apod. Čtvrté období začíná rokem 1935, kdy Stanley isoloval virus mosaiky tabáku jako chemickou látku; studium virů se tak dostalo do nejmodernější etapy, kdy k tomu přibyly ještě možnosti studia elektronovým mikroskopem a jinými fysikálně chemickými metodami a přístroji (elektroforésa, ultracentrifugace, polarografické metody, papírová chromatografie spektrometrické metody aj.).

POVAHA A VZNIK VIRŮ

K otázce, jsou-li viry živé nebo neživé, můžeme i dnes ještě citovat poznámku, kterou pronesl víc než před 2000 lety Aristoteles: V přírodě je přechod mezi živým a neživým tak pozvolný a nenápadný, že hranice,

které tyto dvě říše oddělují, jsou nezřetelné a pochybné. Je vskutku nemožné dát určitou definici o povaze virů, poněvadž nemáme přesné podklady a jsme víceméně odkázáni na domněnky. Proto také nepřekvapuje, že se kolem této otázky soustředilo mnoho často protichůdných názorů. Podle Bawdena (1950) je virus obligátní parasitní patogenní činitel menších rozměrů než 200 mμ. I v Sovětském svazu v poslední době (1954) v souvislosti s otázkami o vzniku druhů a života byly diskutovány otázky nebuněčných forem života, a to hlavně problémy povahy virů a bakteriofága (Zilber 1953, Suchov 1953a). Hlavní rozepře jsou mezi zastánci názorů, že viry jsou podstatně podobné bakteriím, ale menší, a mezi těmi, kteří se domnívají, že se viry od bakterií liší podstatněji než jen velikostí. Počátek těchto rozporů se vlastně datuje již od doby objevu Ivanowského (1892, 1903), který první prokázal průchod viru bakterijním porcelánovým filtrem a byl tehdy sám přesvědčen, že mosaika tabáku je bakterijní chorobou, když filtrátem vyvolal na zdravých rostlinách tabáku shodné příznaky onemocnění jako na rostlinách, z nichž byla šťáva brána. Domníval se, že to bylo způsobeno bakteriemi, které prošly filtrem, nebo toxinem, který tyto bakterie vylučovaly. Beijerinck (1898) si zase plně uvědomil význam filtrovatelnosti a byl zcela zaujat schopností viru mosaiky tabáku difundovat agarovou vrstvou. Proto považoval virus za zcela odlišný od bakterií a dokonce myslil, že to ani nejsou tělíska, nýbrž něco, co zcela prolíná buňkami; nazval toto něco „contagium vivum fluidum". Tento Beijerinckův názor, že virus je něco, co si dobře nedovedeme smysly představit, se dlouho udržel, až téměř do roku 1930, kdy se začalo mluvit o virech jako o částicích, molekulách, jak bylo konečně potvrzeno Stanleyem v r. 1936 aj.

Stoupenci žádného z obou těchto názorů nevyjádřili dosti jasně, jak si viry představují. Poznatek, že viry procházejí bakterijními filtry, znamená, že není možné při studiu virů dobře uplatnit bakteriologické metody. Rovněž tak nejsou viry viditelné ani největšími mikroskopy a nedají se pěstovat na umělých živných půdách; ani tkáňové kultury nebyly úspěšné.

Woods (1899) se domníval, že mosaika tabáku vzniká nadměrným nahromaděním oxydačních enzymů a že nepříznivé růstové podmínky zvyšují enzymatickou činnost, takže se chlorofyl mění v xanthofyl a vzniká pestrobarevnost listů. Také Hunger (1905) se klonil k názoru, že virus je enzym nebo toxická látka. Allard (1917) znovu na četných příkladech dokazuje, že virus je mikroorganismus. Dnes už nikdo nepochybuje o tom, že živočišné a lidské viry jsou živé organismy, ba dokonce v buňkách onemocnělých organismů byla zjištěna zvláštní tělíska, která byla popisována pod různými jmény jako původci těchto onemocnění (Smith-Henderson 1930 aj.) ještě dříve, než byla poznána virová povaha těchto chorob.

Také rostlinná virologie byla ovlivněna těmito pracemi a v prvotních histopatologických studiích o rostlinných virech se autoři snažili za každou cenu nalézt určitá tělíska jako původce těchto onemocnění [viz např. práce o mosaice řepy (Schaffnit a Weber 1927)]. Až později se zjistilo, že většinou to byly artefakty vzniklé mikroskopickou technikou.

Pokud jde o rostlinné viry, převládá názor, že jsou to speciální chemické látky reprodukující se v organismu a mající vlastnosti živé hmoty, což také potvrzuje Zilber (1953). Jsou tedy rostlinné viry živé bytosti, ale jen

potud, pokud jsou v živé buňce (Suchov 1953b, Bawden 1949). Virus isolovaný z živé buňky se považuje za chemickou látku, která opět získá vlastnosti živého organismu, až když se dostane do živé buňky. S tímto názorem nesouhlasí Zilber (1952) a jako příklad uvádí, že bakterie, hlavně jejich spory, ve vysušeném stavu neprojevují známky života, i když si uchovávají životaschopnost třeba po mnoho let, a přesto o nich neříkáme, že jsou neživé.

Kolcov (1937) považuje viry za vnitrobuněčné micely schopné asimilace a rozmnožování, které však nemají vlastní látkovou výměnu. Jejich růst přirovnává k růstu krystalů. Zilber (1953) k tomu poznamenává, že v buňkách jsou určité látky, které se také množí tímto způsobem, ale od virů se podstatně liší tím, že po isolování z buněk ztratí schopnost nové reprodukce, jsou-li opět zavedeny do živé buňky.

V původním slova smyslu jsou micely ultramikroskopické krystalky spojené v řetězce nebo vlákna nebo jiné útvary, které s četnými jinými podobnými částicemi tvoří stavbu buněčných stěn, škrobových zrnek nebo podobných tělísek v plasmě buněk. Podle některých názorů jsou to také skupiny molekul mající optickou anisotropii (dvojlom); o bakteriofágu se dokonce tvrdí, že je tvořen jedinou micelou, která je koloidní a obklopena iontovou sférou.

Také Neugebauer (1939) vysvětluje množení virů čistě fysikálně chemicky. Podle něho molekuly virů získají v buňce plochý tvar a intermolekulárními silami přitahují části molekul bílkovin hostitele. Podle Zilbera (1953) je to spekulativní názor, který tak jako ostatní názory, že viry jsou neživé chemické sloučeniny, nemůže dobře vysvětlit nejdůležitější vlastnosti virů, hlavně schopnost množit se v buňkách napadeného organismu.

Nejdůležitějším argumentem proti živé povaze virů je jejich neschopnost vlastní látkové výměny. K tomu podotýká Zilber, že v poslední době byla získána fakta o určité samostatnosti metabolismu virů. Tak např. v Ryžkovově laboratoři v Moskvě byly prováděny pokusy s virem mosaiky tabáku a byly získány závažné doklady, že virus mosaiky tabáku je do jisté míry schopen samostatné látkové výměny. Jeho množení v buňkách pokračovalo i tehdy, když synthesa ostatních vnitrobuněčných bílkovin v hostiteli byla zastavena. Pokud jde o bakteriofága, je daleko více důkazů o tom, že má vlastní látkovou výměnu a je schopen stavět své tělo z prvků svého prostředí, kterým je nejen buňka, nýbrž i substrát, na němž bakterie rostou. Bylo zjištěno, že z bakterie přejde do bílkovin fága jen velmi málo dusíku, a že tedy fág většinu svého dusíku bere z živné půdy, na níž bakterie roste. Podle toho, že v čistých preparátech virů jsou tělíska (tyčinky) různých velikostí, které se mohou rozpadat na kratší nebo opět získat původní velikost, Zilber (1953) také soudí, že viry nemohou být neživé podstaty. Kdyby to byly jen makromolekuly, nechovaly by se tak. Také Stanleyův (1935a) názor, že virus tabákové mosaiky se množí prodlužováním a příčným rozpůlením parakrystalků, je podle Zilbera důkazem živé povahy virů.

Přesto se však setkáváme i s teorií, že viry vznikají z prostředí a nemnoží se dělením. Bawden (1950) např. soudí, že jedna částice viru tabákové mosaiky přinutí buňku vytvořit další částice. Podobně to tvrdí i Suchov (1953b). Herčík (1953) ve svých pracích o bakteriofágovi má fotografie, podle kterých by se dalo soudit na vznik fága z plasmy bakterií. Ovšem

tyto fotografie se mohou vysvětlovat i jinak. Suchov (1953) souhlasí s názorem, že viry jsou živé organismy, které vznikají bezprostředně z prostředí. Je to teorie endogenního vzniku virů, kterou Zilber (1953) odmítá. Pokud jde o filtrovatelné formy mikroorganismů a virů, vyslovil nejrevolučnější názor Bošjan (1950), který tvrdil, že virus je filtrovatelné stadium mnoha druhů mikrobů. Podle pokusů Zilberových (1952) existuje symbiosa virů a bakterií. Viry přidané ke kulturám některých kvasinek nebo bakterií jsou jimi adsorbovány, a nejenže si uchovávají svoji virulenci, ale mohou se i pomnožit. Tato symbiosa virů a bakterií existuje i ve volné přírodě a lze jí vysvětlit všechny případy, kdy virová infekce byla způsobena bakteriemi a kdy z virového materiálu byly také isolovány bakterie. Jsou to případy běžné v humánní a veterinární medicině. K tomu ovšem Bošjan nepřihlížel. Mezi viry a bakteriemi není ontogenická souvislost a viry nelze považovat za vývojové stadium kvasinek nebo bakterií.

Původ virů nutno vysvětlit jinak; je o tom celá řada domněnek. Někteří badatelé považují viry za potomky patogenních bakterií nebo jiných mikroorganismů, degenerované parasitismem. Zilber tomu odporuje a říká, že parasitismus na jedné straně vede k zjednodušení a na druhé ke zdokonalení, hlavně těch vlastností, které slouží k pronikání do cizího organismu. Zilber (1953) se domnívá, že viry jsou přímými potomky prvotních paratrofních organismů. Je to vlastně rozšířené učení akademika Oparina (1951), podle něhož prvotní organismy nebyly autotrofní, ale heterotrofní. Tyto prvotní heterotrofní organismy stěží mohly být metatrofy; jejich výživa byla spíše paratrofní. Metatrofní organismy musí mít již značně složitý komplex enzymů, které jsou schopny rozkládat organické látky a z rozkladných produktů opět stavět vlastní tělo. Tento složitý proces asimilace a disimilace mohl vzniknout pouze během evoluce, ale nemohl být prvotní. Výživa prvotních organismů byla nejpravděpodobněji paratrofní. Při zmenšení zásob organických látek ve vnějším prostředí se jedna část těchto organismů přizpůsobila zdokonalením organisace a enzymatického vybavení a dala vznik metatrofům a později entotrofům, kdežto druhá část organismů přešla k životu v buňkách organismů první skupiny, kde našla dost organických látek. Tak lze vysvětlit, že viry vznikly dříve než buněčné organismy a později se staly jejich parasity.

O virech se tvrdí, že jsou obligátními parasity a že saprofytní viry neznáme. Zilber (1953) soudí, že pojem saprofyt značí u virů něco jiného než u bakterií. Podle jeho názoru je saprofytem takový virus, který sice žije v makroorganismu, ale vůbec mu neškodí. U rostlinných virů máme ohromné množství příkladů přechodů mezi parasitismem a saprofytismem v tomto pojetí. Jsou to případy tzv. utajených nositelů virových chorob (virus carrier). Existují totiž některé druhy rostlin, které při nakažení virem neprojevují vůbec žádné příznaky. V jejich šťávě však je virus, který může být vysoce infekční a přenosný na jiné druhy rostlin, na nichž se může projevovat nejsilnějšími příznaky končícími smrtelnou nekrosou pletiv a odumíráním celých rostlin. Sem patří i virus „paracrinkle" [*Solanum virus* 7 (Sal. et Pelley) Smith], který je ve všech hlízách anglické odrůdy brambor King Edward. Také nově objevený virus S z brambor bychom mohli řadit do této skupiny. Dále četné plevelné rostliny, dosud mnohdy neznámé, mohou být zdrojem virové nákazy pro kul-

turní rostliny, aniž jeví příznaky. Ve zjišťování saprofytních virů jsou ovšem nesnáze, ale to není přesvědčivý důkaz proti teorii vzniku virů z prvotních nebuněčných organismů. Tak také soudí Suchov (1953b), ač má některé připomínky k představě saprofytního viru.

Rozvoji buněčných forem života na zemi rozhodně předcházela epocha předbuněčných forem života a je možné, že se ve formě virů zachovala dodnes, podobně jak se tu a tam zachovaly některé typy dávno vyhynulých organismů. Samozřejmě není přímého důkazu pro vznik virů z předbuněčných forem, poněvadž ani neznáme vlastnosti dávno vyhynulých předbuněčných organismů. Známe však velkou plasticitu a přizpůsobivost rostlinných virů, která nemá obdoby. Např. virus mosaiky tabáku, virus bronzovitosti rajčat, virus okurkové mosaiky, virus žloutenky aster a jemu příbuzný virus stolburu žijí a přenášejí se na stovky rostlin příbuzných i velmi vzdálených druhů. Tuto schopnost žít na velkém počtu hostitelů nelze vůbec srovnat s jinými vnitrobuněčnými parasity. Na příklad u hub víme, že adaptace k vnitrobuněčnému parasitismu vede k zužování rozsahu hostitelů. Suchov zastává názor, že viry jsou rozhodně formy nebuněčných organismů, a nelze tedy tvrdit, že nebuněčné organismy vznikly z buněčných. Suchov také popírá názor, že viry jsou živé molekuly, poněvadž žádný organismus se nemůže změnit v molekulu, aniž ztratí znaky života. Viry jsou živé bílkoviny. Při jejich tvorbě došlo k přechodu kvantity v novou kvalitu a hmota ze stavu molekulárního přešla do stavu nadmolekulárního. Podle toho Suchov také podává definici života: Život je komplexní vlastnost bílkovinného těla spojeného s řadou jiných látek a charakterisuje vyšší nadmolekulární úroveň hmoty.

K rozporům v otázce živých či neživých virů Suchov (1953a) dodává: Pokud existuje výměna látková, existuje živé tělo. Proto také považujeme viry mimo živou buňku za neživé. Isolujeme-li živé tělo od podmínek jeho života, ustává jeho životní činnost, ale kratší nebo delší dobu si může zachovat svoji strukturu, která mu umožňuje při návratu do příhodných podmínek obnovit opět výměnu látkovou. Podobná meziobdobí mohou mít nejen viry, ale i bakterie a jejich spory. U vyšších organismů tomu tak není. Mají značné zásoby reservních látek a v době klidu se u nich pochody výměny látkové snižují, ale nikoliv zastavují. Množení virů v buňkách Suchov považuje za novotvoření. Virus vnesený infekcí do buňky představuje centrum biochemických reakcí, které synthetisují nové částice virů. Mezi virem, který je také bílkovinou, a ostatními produkty asimilace v buňce je ten rozdíl, že se produkty synthesy v buňce stávají součástí její vnitřní struktury, kdežto produkty viru nejsou těsně spojeny s vnitřní strukturou buňky a jen dočasně se chemickými vazbami připojují k jejímu tělu, přičemž stále zůstávají cizími částicemi. Také Ryžkov (1956) považuje viry za zvlášť nízko organisované formy života a domnívá se, že v klidovém stavu, tj. ve formě tzv. virospor, mají mnohé viry jednodušší složení než protoplasma.

SYMPTOMATOLOGIE

Při studiu virových chorob rostlin je symptomatologie důležitou složkou, i když dnes již nemá pro diagnostiku některých virů ten význam, jako tomu bylo ještě před 20—30 lety. Je celkem samozřejmé, že na onemoc-

nění virovými chorobami u rostlin usuzujeme nejdříve podle příznaků. Viry vyvolávají takovou spoustu různých příznaků, že jen podle nich nemůžeme chorobu označit za virovou. Je to možné jen v těch případech, když se podaří podobné příznaky vyvolat přenesením na jinou rostlinu a když při tom nezjistíme jiné příčiny onemocnění. Zvláště dnes si musíme pečlivě všímat některých jevů na rostlinách, které se velmi podobají virovým chorobám, ale jsou vyvolány nedostatkem některých biogenních prvků; v posledních letech se totiž u nás hojně vyskytují.

Příznaky na rostlinách

Rostliny reagují na infekci virem mnoha způsoby, které se liší podle druhu viru nebo podle hostitelské rostliny. Tyto příznaky kolísají od nenápadných změn barvy pletiv listů nebo stonků až k těžkým příznakům končícím nekrosou, odumíráním pletiv a hynutím celé rostliny. Pokud jde o tak zvané smrtelné (letální) nekrosy, obvykle určitý virus vyvolává smrtelné nekrosy jen na některých hostitelích, kdežto na jiných se projevuje třebas jen mírnými příznaky. Je tomu tak např. u viru Y z brambor, který u některých odrůd brambor vyvolává čárkovitost, nekrosu způsobující předčasné odumírání listů a pak celých trsů (odrůdy Krasava, Voran, Ackersegen aj.), u jiných pouze těžkou mosaiku (kadeřavou mosaiku), např. u odrůdy Bintje Triumf aj. Týž virus, zvláště některé jeho kmeny, po naočkování na *Nicotiana glutinosa* L. způsobuje smrtelnou nekrosu vegetačního vrcholku, takže rostliny v krátkém čase hynou, kdežto na *Nicotiana tabacum* L. způsobuje jen velmi jemnou mosaiku nebo ztmavění pletiv v okolí nervů.

Častým jevem v přírodě však je, že se viry udržují na rostlinách, které nejeví žádné příznaky nebo jen příznaky tak nepatrné, že se snadno přehlédnou; bývá to hlavně na rostlinách, plevelných a okrasných, které jsou tak největším rezervoárem virových chorob kulturních rostlin. Plevele, okrasné rostliny, stromy a keře jsou v mnohých již zjištěných případech bezpříznací nositelé virových chorob (karrierové rostliny), z nichž se pak viry různými způsoby přenášejí na zemědělské plodiny. Jsou dokonce některé rostliny, které mohou takto tolerovat a přechovávat i několik druhů virů, aniž projeví jakékoliv známky choroby, a každý z těchto virů může být velmi nebezpečný jiným rostlinám, hlavně kulturním (Uschdraweit 1954).

Nejvýraznější projev virového onemocnění u náchylných rostlin je zmenšení růstové schopnosti a plodnosti, které jsou samozřejmě doprovázeny ještě jinými změnami na nadzemních částech rostlin. Změny barvy listů, stonků, květů nebo i plodů, pestrobarevnosti, kroužkovitosti, mramorovitosti, jasnění nervů, nekrotické skvrnitosti, bílé skvrnitosti, čárkovitosti, proužkovitosti, ztluštěniny větví a stonků, nádorky apod. jsou obvykle první známky virových nákaz; většinu z nich, pokud při nich jde o barevné změny, shrnujeme pod všeobecným názvem virové mosaiky s různými přívlastky, jako např. mosaika kroužkovitá, prsténkovitá, proužkovitá, kreslená apod. Někdy dokonce dochází k částečné či úplné chlorose nebo žloutnutí a zbělení listů, což zase shrnujeme pod obecný název virové žloutenky. Jiné projevy virového onemocnění, jako jsou svinování listů, deformace listů, zmenšení listů, roztřepení, nitkovitost, kapradinovitost listů, výrůstky na

3. Různé typy nekrosy-čárkovitosti způsobené virem Y [*S. virus 2* (Orton) Smith] na listech brambor různých odrůd.
Orig. Kvíčala, foto Kocman

listech (enace), metlovitý růst apod., shrnujeme pod názvy svinutka, virová zakrslost, deformace a metlovitost. Také odumírání pletiv může být reakce rostliny na infekci virem. Nekrotické tečky, kroužky, skvrny, čárky, proužky apod. nazýváme virové nekrosy.

Příznaky virového onemocnění často mohou být zaměněny s patologickými změnami způsobenými jinými činiteli, např. nedostatkem určitých živin, poškozením paty stonku (nepravé svinutky u brambor a jiných rostlin). Otravy mědí u některých rostlin jsou podobné příznakům virové infekce (Caldwell 1935). Také hormonální látky použité k hubení plevelů v obilninách vyvolají na některých dvouděložných rostlinách abnormality podobné virovým chorobám (Dykyj-Sajfertová 1952, Blattný a Majerník 1957). Nekrosa a chlorosa u cukrovky způsobená nedostatkem draslíku, manganu a hořčíku se mnohdy těžko podle příznaků rozliší od virové žloutenky (Watson a Hull 1946, Drachovská 1955). Infekční povaha takových příznaků zjištěná přenosem na jinou rostlinu je jedině spolehlivým ukazatelem virové choroby. Četné abnormality genetického původu rovněž nejsou přenosné uměle, ač se mnohdy virosám velmi podobají (mosaiky, panašování, nitkovitost rajčat apod.).

Většina virů je systemické povahy, to znamená, že příznaky se projevují na celé rostlině; neplatí to však vždy a u všech rostlin, poněvadž trvá určitou dobu, než virus z místa infekce projde do celé rostliny. Je to zvláště nápadné u viros stromů a dřevin vůbec, kde příznaky jsou často po několik let omezeny jen na jednu nebo více větví a zbytek koruny je zdravý. Také listy nakažené již ve stáří, kdy jsou zdravé, málokdy pro-

jeví příznaky choroby; příznaky se často projeví jen na mladých výhonech apod. Staré listy tabáků očkované virovou mosaikou tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] a jinými virosami příznaky již neprojevují, ale mladé výhonky rašící z úžlabí listů na stoncích mají typické těžké příznaky virových chorob.

Obvykle se první příznaky virové choroby projeví na mladých srdečkových listech bez ohledu na to, kde nastala infekce. Prvními příznaky systemické infekce jsou jasnění nervů nebo změny barvy v okolí nervů mladých listů; ze svazků cévních se pak infekce šíří do okolních pletiv. Viry se v rostlině pohybují hlavně svazky cévními, i když infekce nastala epidermálním a parenchymatickým pletivem. Důsledkem virové infekce bývá často zastavení růstu rostliny a lokální hyperplasie. Objevují se výrůstky (enace) na listech, obvykle na hlavním nervu na spodní straně listů, prorůstání pupenů, květů, pomnožení pupenů, metlovitý vzrůst, zezelenání květů, atrofie kalicha nebo korunky, hypertrofie těchto orgánů, bezsemennost, deformace a nekrosy plodů (šarka u švestek). Některé viry vyvolávají nekrosy jak svazků cévních, tak i jiných pletiv [např. čárkovitost brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith], některé kmeny viru mosaiky tabáku na rajčatech, virus X z brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] na tabáku, šarka na plodech švestek [*Prunus virus 5* (Hutch.) Smith] apod.]. Také květy mívají někdy zřetelné příznaky virového onemocnění. Vedle zmíněných příznaků to může být i zmenšení květů a květenství, potlačení květenství, redukce pohlavních orgánů, zkrácení blizen, nekrosa blizen apod. Nejznámějšími příznaky jsou změny barvy, proužkovitost a žíhání květů místo obvyklé stejnoměrné barvy. Nejstarší v literatuře zaznamenaný případ je pestrobarevnost tulipánů, ale jsou známy i jiné, např. žíhání květů macešek, hrachorů, zinií, levkojí, primulí apod. Podobné příznaky také mívají plody, např. plody okurek

4. Celkový pohled na rostlinu kořeninové papriky napadenou směsí viru X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] a viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith]. Zřetelná nekrosa listů, řapíků a stonků, opad listů a rašení nových listů, takže rostlina má metlovitý vzhled. Orig. Kvíčala, foto Kocman

5. Detail listů kořeninové papriky s příznaky nekrotické kresby čepele listové a nekrosy řapíků způsobené infekcí směsí viru X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] a viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith].
Orig. Kvíčala, foto Kocman

6. List durmanu (*Datura stramonium* L.) s příznaky prsténkovité nekrosy způsobené infekcí virem X z brambor [*S. virus 1* (Orton) Smith].
Orig. Kvíčala, foto Kocman

zachvácené virovou mosaikou [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] jsou nejrůzněji skvrnitě žlutozelené, hrbolkaté, rajčata mívají chlorotické kroužky nebo prsténky nebo dokonce nekrotické mozolky na plodech.

Při virovém onemocnění zjišťujeme obvykle tři fáze. První nastává krátce po infekci, a to buď hmyzem nebo mechanickým očkováním šťávou, kdy na místě infekce vznikají lokální skvrny (lese) buď nekrotické nebo jen nezřetelně chlorotické. Po nich se obvykle objevuje systemická infekce listů vegetačního vrcholku a později i starších listů, na nichž se příznaky obvykle poněkud liší od příznaků na vegetačním vrcholku.

Virová onemocnění se ovšem neprojevují u všech virů a u všech hostitelů stejně; i u stejného viru a různých hostitelů mohou být podstatné rozdíly. Příkladem jsou tři různé typy příznaků téhož viru na třech různých hostitelích; např. virus mosaiky tabáku na *Nicotiana tabacum* L. se neprojevují zřetelnými skvrnami na očkovaných listech (ač u některých kmenů za určitých vnějších podmínek se objevují chlorotické skvrny). Systemická infekce začíná na nejmladším srdečkovém listě jako jasnění nervů, které se postupně mění na dekolorace různých odstínů zeleně, až konečně nastávají i listové deformace,

7. Zduření placent v pálce máku, deformace a zakrnění poupat způsobené infekcí virem žloutenky máku. Orig. Rozsypal, foto Kocman

8. Zakrnělá rostlina máku napadeného virovou mosaikou máku. Orig. Kvíčala, foto Kocman

puchýřkovitost listů jako obvyklý průvodní zjev infekce virem mosaiky tabáku. První příznaky na rajčatech jsou obvykle jen na mladých srdečkových listech jako světle zelené skvrny a často i mírné deformace listů. Vše závisí na kmenu tabáku, kterého se použilo k nákaze. Na *Nicotiana glutinosa* L. jsou prvními a jedinými příznaky virem mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] lokální nekrotické skvrny na očkovaných listech, často se zvětšují až do průměru 0,5 cm. Neočkované listy tohoto tabáku zůstanou zdravé a virus do nich nepřejde; jakmile staré očkované listy s nekrotickými skvrnami odumřou, celá rostlina je úplně zdravá. Rostlina se nekrosou brání systemické infekci (Bald 1937a, 1937b).

V takových případech mluvíme o hypersensitivitě (to znamená, že části pletiv nakažených rostlin nebo části rostlin, po případě i celé rostliny hynou), které se v boji proti virovým chorobám zhusta využívá.

Nákaza virem je tak silná, že působí umrtvení buněk v místě vstupu virových částic do pletiva, a poněvadž virus je jako obligátní parasit vázán na živou buňku, odumře také.

Mohli bychom se domnívat, že všechny viry, které vyvolávají nekrotické lese nebo jiné nekrosy, nezpůsobí systemickou infekci. Není tomu tak vždy. Např. virus Y z brambor, který vyvolává čárkovitost a těžkou kadeřavost u odrůd Krasava, Voran, Ackersegen aj., způsobuje systemickou nekrosu pletiv. Po očkování na listy těchto odrůd působí lokální nekrotické lese na očkovaných listech, které jsou potom doprovázeny dvěma druhy systemického ochuravění na týchž rostlinách. Listy na vegetačním vrcholku projeví zkadeření a mírnou mosaiku, kdežto na nejspodnějších listech

9. Rostlina svlačce rolního napadená stolburem.

10. Rostlina *Datura metel* L. napadená stolburem; vlevo rostlina zdravá.
Orig. Kvíčala, foto Kocman

se začínají objevovat nekrotické čárky na listových nervech, které přecházejí i na řapík a stonek. Starší listy odspodu stonku odumírají, přepadají a zůstávají viset na stonku, jehož vegetační vrcholek je stále zelený s příznaky zkadeření, mosaiky a počínající čárkovitosti. Z hlíz sklizených z nakažených trsů vyrostou v příštím roce zakrnělé rostliny s malými listy s nekrotickými nervy; listy zasychají záhy po vyrašení a celá rostlina brzo odumře a často ani nenasadí hlízy.

Podobně virus mosaiky a nekrosy zelí (*Brassica virus 1* Smith), očkovaný na listy *Nicotiana glutinosa* L., způsobuje na nich asi za 4—7 dní po očkování vodnaté a později nekrotické skvrny a za další období, 7—10 dnů, celkovou systemickou infekci vegetačního vrcholku a pak celé rostliny. Týž virus vyvolává na očkovaných listech *N. tabacum* jen lokální nekrotické skvrny (lese), a nikoliv systemickou infekci. Chová se tedy, pokud jde o tyto dva hostitele, úplně opačně než virus mosaiky tabáku.

Z těchto několika příkladů je zřetelně vidět značnou variabilitu příznaků, které mohou jednotlivé viry vyvolat na různých rostlinách. Týž virus na jednom druhu rostlin způsobí mosaiku (pestrobarevnost) listů, na druhém nekrotické skvrny a na jiném třebas i smrtelné nekrosy; na čtvrtém druhu rostliny může být tento virus tolerován bez příznaků. V přírodě je to častý jev a my se o tom jen tu a tam náhodně přesvědčujeme. Také u jedné a téže rostliny příznaky téhož viru kolísají podle roční doby, stáří rostliny, doby infekce a podmínek prostředí od příznaků akutních až téměř k neznatelným.

Někdy různé viry mohou způsobit shodné příznaky na rostlinách stejného druhu. Např. virus mosaiky tabáku a virus mosaiky okurek po očkování na *Nicotiana tabacum* vyvolávají téměř shodné a nerozeznatelné pří-

znaky a jen testem na *N. glutinosa* L. nebo přenosem mšicemi je můžeme přesně identifikovat: Virus tabákové mosaiky vyvolává po naočkování na *N. glutinosa* L. jen lokální lese, kdežto virus mosaiky okurek způsobí na *N. glutinosa* jen systemickou infekci, jako mosaiku srdečkových listů. Mšice broskvoňová (*Myzodes persicae* Sulz.) přenese virus mosaiky okurek, ale nikoliv virus mosaiky tabáku.

Některé viry se však projevují na všech rostlinách stejně. Obvykle jsou to viry s úzkým okruhem hostitelů, např. virus svinutky brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith] u všech odrůd brambor vyvolává stejné příznaky. Také virová žloutenka řepy [*Beta virus 4* (Rol. et Quanjer) Smith] se projevuje téměř stejně u všech odrůd řepy a špenátu. Také pojmenování obou těchto virů je poměrně správné a výstižné, poněvadž jak svinování listů, tak i žloutnutí pletiv jsou konstantní příznaky. Jiné viry, které mají velký okruh hostitelů, jako např. virus bronzovitosti rajčat [*Lycopersicum virus 3* (Brittlebank) Smith], virus mosaiky okurek aj., které se vyskytují více než na 100 hostitelích z různých čeledí jak jednoděložných, tak i dvouděložných, způsobují na některých z nich velmi odlišné typy příznaků.

11. Zakrnělý a metlovitý růst rajčete odrůdy Kondine red roubovaného roubem z bramborového trsu odrůdy Táborky jevící příznaky stolburu (růžovění a krnění vegetačního vrcholku, purple top). Na roubu bramboru je vidět růst hlízek v úžlabí listů. U rajčete je vidět zkrácení internodií a zakrnění růstu a metlovitý vzhled. Orig. Kvíčala, foto Kocman

Rostliny mají poměrně omezené schopnosti ve způsobu reakce na zásahy různorodých faktorů, proto se nesmíme divit, že někdy zcela odlišné faktory mohou být příčinou stejných příznaků na rostlinách. Příznaky, které se po nákaze na rostlinách projeví, jsou výsledkem vzájemných reakcí hostitelských rostlin, prostředí a virů.

Vliv kmenů virů na příznaky

V symptomatologii i diagnostice virů jsou ovšem ještě potíže v tom, že se některé viry vyskytují v přírodě v několika kmenech, které se mnohdy liší i klinickým obrazem choroby. Tak např. některý kmen viru mosaiky tabáku vyvolává na rajčatech nekrotické čárky a skvrny na stoncích, řapících i listech, jiný jen mírnou mosaiku, jiný opět kapradinovitost a nitkovitost listů nebo žlutou až aukubovou mosaiku. Podobně i některé kmeny bramborového viru X vyvolávají po očkování na *N. tabacum* L. malé jemné nekrotické prsténky nebo kresbičky, a to jak na očkovaných listech, tak i na listech se systemickou infekcí, jiné kmeny zase způsobují jen mírnou mosaiku listů. Nesprávně se ovšem říká, že kmen způsobující nekrosu

12. Celkový pohled na rajče odrůdy Kondine red roubované vegetačním vrcholkem brambory odrůdy Český triumf s příznaky (purple-top) růžovění a svinování lístků 5 měsíců po roubování. Zřetelný zakrnělý a metlovitý vzrůst rajčete.

je virulentnější než kmen způsobující mírnou mosaiku; platí to totiž jen pro určitého hostitele. O virulenci nebo avirulenci můžeme tedy mluvit jen z hlediska jednoho hostitele; je to reakce hostitele a viru.

Také virus Y se v příznacích u různých odrůd brambor mění. Je to další obtíž v diagnostice. Ne na všech odrůdách se totiž tento virus projevuje nekrotickou čárkovitostí, jak už o tom byla řeč. Odrůda Český triumf nereaguje na virus Y čárkovitostí, nýbrž těžkou mosaikou, a jen ve výjimečných případech zjistíme čárkovitost. Také odrůda Kotnov na poli reaguje na virus Y čárkovitostí až v pozdní fázi vegetace. Virus mosaiky okurek se v přírodě vyskytuje v kmenech, které se projevují různými příznaky na *N. tabacum* L., a četné kmeny viru mosaiky tabáku se jim v příznacích podobají. Názor, že virus je patogenní činitel, který vyvolává konstantní příznaky, není správný a může platit jen pro určité viry isolované z jedné virové částice nebo z jedné nekrotické lese a pak rozmnožené experimentálně. Avšak i takto isolovaný kmen viru s konstantními příznaky se za vegetace může rozštěpit na různé kmeny. V přírodě se viry objevují ve směsi kmenů.

Ve virologické literatuře se proto často stává, že viry jsou popisovány jen podle poněkud odlišných příznaků jako viry nové a teprve později se zjistí, že jde o viry popsané již dříve. Stalo se to již mnohokrát jak u viru mosaiky tabáku, tak i u viru mosaiky okurek, bramborového viru X a jiných virů. Přes to se četní autoři domácí i zahraniční stále snaží co nejpřesněji popsat obraz onemocnění, která pozorují, a musíme přiznat, že tyto popisy jsou často dokonalé. Tak např. u virové mosaiky řepy Böning (1927)

uvádí podle příznaků na hostiteli 5 typů mosaiky, Benc a Švorc (1954) 9 typů, Drachovská (1955) 8 typů atd.

Očkováním různých rostlin šťávou z jedné nemocné rostliny řepy dostaneme celou stupnici příznaků, které se navzájem více nebo méně podobají. Také na jedné a téže rostlině se příznaky během vegetace mění a i při pozorování v určitém okamžiku jsou na každém listě jiné. Je sice pravda, že vliv vnějšího prostředí je tu veliký, je ovšem také docela možné, že virus mosaiky řepy je složen z mnoha kmenů, které dosavadními metodami nemůžeme rozlišit. Při pojednání o diagnostice virové mosaiky řepy je třeba zmínit se ještě o starším Muravjevově (1930a) roztřídění virové mosaiky řepy podle příznaků, které ovšem dnes již pro běžnou praxi nemá význam.

Vliv vnějšího prostředí na příznaky

Vliv vnějšího prostředí na variabilitu příznaků je značný; v případě, kdy posuzujeme příznaky naprosto shodné s příznaky viru již dříve přesně popsaného, nemůžeme bezpečně říci, že jde o týž virus, nejsou-li vnější podmínky v obou případech naprosto stejné. Variabilita podmínek, ve kterých rostliny rostou, ovlivňuje též jejich náchylnost k infekci, dobu potřebnou k projevení příznaků po infekci, a také intensitu příznaků. Často vnější podmínky ovlivní reakci mezi virem a hostitelem tak, že rostlina vůbec neprojeví žádné příznaky, je však virem nakažena a na určitou dobu se stane bezpříznakým nositelem viru. Teprve když se podmínky opět změní, začne projevovat zřetelné příznaky. Četné práce o vlivu vysokých teplot, světla a výživy na projevení příznaků a citlivost rostlin k nákaze jsou toho dokladem (Tinsley 1953). Např. ve skleníku některé viry projeví silné příznaky v létě, jiné naopak v zimě a na jaře: příznaky viru mosaiky řepy jsou daleko zřetelnější na podzim, v zimě a na jaře než v parném létě, kdy bývají více méně zastřené a nezřetelné; podobně je tomu i u virů nekrosy tabáku, které projevují zřetelnější příznaky na rostlinách v zimním období (Smith a Bald 1935).

Růst rostlin je značně ovlivněn půdními podmínkami, hnojením apod., které také ovlivňují reakci rostlin na infekci, jejich náchylnost a citlivost k infekci, umožňují lepší nebo horší vývoj přenašečů apod. V praxi jsou o tom četné doklady, experimentálně potvrzené ve skleníku. Bramboráři vědí, že přehnojení dusíkem může zastřít příznaky mosaiky způsobené virem X, ale zesílí příznaky čárkovitosti.

Rozhodující je také stav rostliny v době nákazy, a to jak pro snadnost nákazy, tak i pro délku doby potřebné k projevení příznaků. Čím je rostlina v době infekce mladší a čím rychleji roste, tím dříve a silněji se příznaky projeví. Rozhoduje tu fysiologický stav rostliny více než skutečné stáří (Blattný 1928). Tak např. i starší rostlina tabáku ve velkém hrnku, která je zelená a pěkně roste, se snáze nakazí virem X z brambor než mladší rostlina stejného druhu, která roste v malém hrnku při nedostatku dusíku a vzduchu a celkově již žloutne.

U některých virových chorob dřevin byly zkoušeny metody barevných reakcí, tzv. Lindnerův kolorimetrický test. Též u roncetu révy vinné byl tento test s úspěchem vyzkoušen. Ponoříme-li do reagencie list ze zdravé rostliny, reagencie se zbarví zeleně, kdežto listem z révy ne-

mocné roncetem (court noué) se reagencie zbarví od žluta do červena, barva závisí na intensitě příznaků.

PATOLOGICKÁ ANATOMIE A HISTOLOGIE ROSTLINNÝCH VIROS

Vnitrobuněčné a vnitrojaderné inkluse

Změny, které v rostlinných pletivech vznikají po infekci viry, jsou několikerého typu. Hlavně je to rozrušení nebo modifikace normálních pletiv a obsahu buněk, dále pak tvorba zvláštních vnitrobuněčných nebo vnitrojaderných tělísek, které nejsou v buňkách zdravých rostlin. Ve starších pracích (Schaffnitt a Weber 1927) byla i u virové mosaiky řepy v nemocných pletivech zjištěna zvláštní tělíska, inkluse, které autoři nazvali „elytrosoma". V podrobných pracích o mosaice řepy se o nich už nezmiňují Sirotina (1932) ani Muravjev (1930b). Ani Essauová (1944) je ve svých histologických studiích na řepě nakažené virovou mosaikou nezjistila a považuje je za omyl mikrotechniky nebo optický klam. U některých jiných virů se však vnitrobuněčné inkluse objevují zcela pravidelně a byly potvrzeny v četných pracích. Je také zajímavé, že se tato tělíska vyskytují jen u některých virů a u některých hostitelů. Jejich zjištění v buňkách je důkazem, že příčinou choroby je virus; nejsou-li však tato tělíska zjištěna, nemůžeme naopak tvrdit, že příčinou choroby není virus. Starší badatelé dokonce považovali tato tělíska za vlastní původce onemocnění nebo vývojové stadium viru. Dnes po studiích a zkušenostech s elektronovým mikroskopem víme, že se podobná tělíska dají zjistit téměř ve všech buňkách u mnoha virových chorob rostlin a že jsou to virové částice schopné nákazy.

První zjistil vnitrobuněčná tělíska u viru mosaiky tabáku Ivanowski (1903), který popsal dva druhy těchto tělísek z buněk tabáku jevícího příznaky mosaiky; jeden typ byla tělíska amorfní (amébovitá), druhý typ krystalické ploché destičky. Jeho pozorování byla později potvrzena i jinými badateli a amorfní tělíska byla nazvána X-tělíska (Goldstein 1927). Velikost těchto tělísek kolísá od 5 do 30 μ, tělíska jsou kulatá, oválná nebo i nepravidelného tvaru. Pokud jde o to, zda mají membránu či nikoliv, názory se různí. Goldstein říká, že mají blánu, kdežto Sheffieldová (1931) to nemohla ani potvrdit, ani úplně popřít. Při svých četných anatomických studiích zjistila nejvíce X-tělísek v trichomech *Solanum nodiflorum* L. infikovaném virem aukubové mosaiky tabáku (je to kmen viru mosaiky tabáku). Dělala četné mikrochemické testy, isolovala tato tělíska z buněk a podrobila je různým fysikálním i chemickým zkouškám. Zjistila, že dávají normální barevné reakce jako protein, ale liší se od buněčného jádra barvením Feulgenem, jímž se jádro zbarví sytě červeně, kdežto X-tělíska se nezbarví vůbec (Sheffieldová 1934).

Krystalické inkluse, které jsou obvykle v buňkách současně s X-tělísky nebo samostatně a liší se od nich tím, že jsou bezbarvé, průsvitné a mají vyšší index lomu světla než ostatní buněčný obsah, a proto jsou v buňkách dobře viditelné. Ivanowski (1903) prokázal, že tyto krystalické destičky jsou složeny z jehličkovitých krystalků, které také dávají normální barevné reakce jako bílkovina. Jakékoliv poškození buňky způsobí, že se tyto destičky rozpadnou v drobné jehličky nebo se rozpustí.

Virus tabákové mosaiky [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] tvoří tyto inkluse u všech hostitelů, u nichž způsobuje systemickou infekci. U *Nicotiana glutinosa* L., kde příznakem onemocnění jsou nekrotické lokální skvrny, nebyly inkluse zjištěny. Vnitrobuněčné inkluse byly zjištěny v buňkách kořenů, stonků, listů i květů nakažených rostlin, ale nejvíce v pokožkových buňkách (epidermis) (Bald 1948a, b). Inkluse nejsou ovšem v infikované buňce stále; jejich výskyt se stárnutím rostliny zmenšuje. U viru mosaiky tabáku byly tyto inkluse zjištěny v cytoplasmě. Teprve Woods a Eck (1933), Woods (1948) objevili vláknité a krystalické inkluse také v jádrech buněk rostlin nakažených virem mosaiky tabáku. Tento virus popsali jako nový kmen viru mosaiky tabáku, charakteristický krystalickými a vláknitými inklusemi v jádrech infikovaných buněk. Kassanis (1939) našel v jádře buněk lilkovitých rostlin onemocnělých virem leptavé mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 7* (Johnson) Smith] zvláštní plochá destičkovitá tělíska, která se normálně barvila jako jadérko, byla různé velikosti a také lámala světlo. Zjistil je mikroskopicky v pletivech rostlin za týden po projevení příznaků choroby, a to ve všech pletivech kromě pletiv vegetačního vrcholku.

Vnitrobuněčné inkluse byl také zjištěny ještě u jiných virových chorob, např. u mosaiky jiřin [*Dahlia virus 1* (Brandes) Smith], zakrslosti rýže [*Oryza virus 1* (Fukushi) Smith], proužkovitosti kosatců [*Iris virus 1* (Brierley, Mc Whorter) Smith], mosaiky kukuřice [*Zea virus 1* (Kunkel) Smith], ovsa a pšenice [*Triticum virus 1* (Mc Kinney) Smith], fazolí [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith], proužkovitosti a zakrslosti cibule [*Allium virus 1* (Melhus) Smith], viru X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] a Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] z brambor, americké kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith], proužkovitosti a mosaiky cukrové třtiny [*Saccharum virus 1* (Brandes) Smith], prsténkovitosti — ring-spot — tabáku [*Nicotiana virus 13* (Price) Smith], zakrslosti rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith), svinutky brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith], bronzovitosti rajčat [*Lycopersicum virus 3* (Brittlebank) Smith] aj. (Woods 1948, Bald 1948a).

Jiné změny v pletivech

Vedle vnitrobuněčných a vnitrojaderných tělísek jsou ještě jiné změny pletiv, které jsou však v souhlase s vnějšími příznaky, i když jsou tyto příznaky způsobeny rozdílnými viry. Tak např. virus mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] a virus mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] způsobují na *Nicotiana tabacum* L. stejné příznaky a také změny pletiv jsou u obou virů shodné; týkají se hlavně parenchymatických a palisádových pletiv. Vnitrobuněčné inkluse však zjistíme pouze u rostlin ochořelých virem mosaiky tabáku. Histologické změny pletiv rostlin nemocných těmito viry se neliší. Velikost a obsah buněk je změněn. Chlorotické části pletiv jsou tenčí než normálně zelené části listů, poněvadž délka buněk palisádových pletiv je menší a rovněž tak jsou menší i mezibuněčné prostory. Chloroplasty jsou také menší, více zrnité, ne tak sytě zbarvené a jsou nepravidelného tvaru. Změny chloroplastů a jejich destrukci v pletivech rajčat napadených vi-

rovou mosaikou tabáku popsala i Sorokinová (1927). Asimilační pletivo je vcelku značně omezeno. Zdá se, že viry nenarušují chlorofyl, ale působí hlavně na tvorbu plastidů. Staré listy obvykle po infekci neprojeví příznaky a z toho také usuzujeme, že viry nenarušují chlorofyl, ač tomu tak není u všech virů a u všech hostitelů. Někdy, i když očkujeme staré a zralé listy, se na nich chlorotické skvrny objeví; tedy virus přece jen působí i na zralé chloroplasty. Často však k tomu dochází jen za určitých vnějších podmínek a u téhož viru a téhož hostitele se tento jev při opakovaných infekcích během roku nemusí vždy objevovat. V našich pokusech při očkování rostlin *Nicotiana tabacum* L. var. *Samsum* virem mosaiky tabáku kmenem C [*Nicotiana virus 1 C* (Bewley) Smith] se nikdy neprojevovaly chlorotické lokální lese na očkovaných listech, nýbrž se infekce vždy projevila až jako systemická na nejmladších listech. Jen v některých případech v únoru, březnu a v srpnu se lokální chlorotické lese objevily na očkovaných listech za tři dny po očkování na *Nicotiana tabacum* L. var. *White Burley*. V dalších očkováních opakovaných pravidelně v týdenních intervalech se už lokální chlorotické skvrny nevytvořily.

Ačkoliv je asimilační pletivo nemocných rostlin redukováno, přece jen se škrob často nahromadí v buňkách chlorotických částí, což se zvláště projevuje u žloutenkových virů a svinutky brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith], kde jsou chloroplasty přeplněny škrobem. Toto nahromadění škrobu je u těchto chorob obvykle doprovázeno patologickými změnami lýkové části svazků cévních. Klasické práce Quanjerovy (1913), Quanjer et al. (1919), ukazují, že síťkovice a doprovodné buňky u svinutkových rostlin jsou nekrotické, odumřelé, a proto nemohou odvádět škrob. Jiní autoři naopak zjistili, že nekrosa svazků cévních ještě nenastala, a přesto byly svinutkové listy brambor plné škrobu (Bawden 1932). Nález Quanjerův podporuje také Sheffieldová (1943), která u brambor infikovaných svinutkou také zjistila nekrosu lýkové části svazků cévních ještě před tím, než se projevily zevní příznaky svinování listů. Essauová (1933) zjistila nekrosu lýka také u cukrovky infikované americkou kadeřavkou [*Beta virus 1* Boncq. et Hart.) Smith]. U bramborových odrůd, které reagují na virus X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] vrcholkovou nekrosou (odumíráním vegetačního vrcholku) byly zjištěny nekrosy lýka v listech, stoncích i hlízách (Artschwager 1923), což podporuje názor, že pohyb virů vůbec se děje svazky cévními. Na druhé straně virus Y, který na bramborách většinou způsobuje čárkovitost, nekrosu nervů a pletiv listů, nezachvacuje svazky cévní. Nekrosy zde začínají v mezofylu listů a odtud se šíří do řapíků a stonků. Nejvíce postihují kolenchym, kdežto dřevní a lýkové části svazků cévních zůstávají zdravé.

V nedávné době byly opět u brambor napadených virovými chorobami studovány změny ve svazcích cévních v souvislosti s možností zjišťování zdravých a nemocných hlíz mikroskopicky na řezu apod., což má velký význam při zkoušení zdravotního stavu bramborové sadby (Natti a Ross 1954, Moericke 1955, Sprau 1955a, b, Heilmann 1955, Schuster 1956). Podle původního zjištění Quanjerova (1913), že u svinutkových brambor dochází k nekrose lýkových částí svazků cévních, propracoval Bode (1947) barevný fuchsinový test k důkazu svinutky. Příčné řezy stonkem brambor v úžlabí listů se barví diamant-fuchsinem. Při mikroskopickém pozorování lze pak ve stoncích brambor onemocnělých

svinutkou zjistit intensivně červeně zbarvené buňky v lýkové části svazků cévních, hlavně síťkovice, kdežto u zdravých rostlin je lýková část svazků cévních téměř bezbarvá (Bode 1947).

V síťkovicích lýka rostlin nemocných virosami byly zjištěny kalosy, tj. zvláštní látky, většinou polysacharidy, které se zpravidla ukládají jako zátky na přepážkách síťkovic. Zvlášť silné jsou tyto zátky v lýku brambor nemocných virovou svinutkou (Hofferbert a Putlitz 1955, 1956, Baerecke 1955). Tvorba kallos pak znemožňuje plynulý odvod glycidů z listů do hlíz a tím způsobuje hromadění škrobu v listech a svinování listů. Tvorbu kallos obvykle předchází nekrosa síťkovic. Nahromaděné kallosy v buňkách reagují specificky s určitými barvivy a to je také základem barvicí metody, zvané Igel-Lange Test, k diagnose virových chorob brambor, hlavně svinutky, patentované v Německu (1955) (Wenzl 1956a). Tento jev byl ovšem již znám dříve, než byl patentován (Moericke 1955, Sprau 1955b aj.). Resorcinová modř zředěná ve vodě (100 dílů vody, 1 díl barviva resorcinu a 0,1 dílu amoniaku) se osvědčila z barviv nejlépe (Schuster 1956). Kallosy se zjišťují tak, že se řezy stonků i hlíz nebo i vyškrábané svazky cévní dají na podložní sklíčko a po zbarvení se mikroskopují (Průša 1956, Jermoljev a Průša 1957). Tato metoda dává nejzřetelnější barevné reakce u hlíz ze svinutkových trsů. U hlíz ochořelých virem X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] nebo Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] nebyly výrazné rozdíly mezi tvorbou kallos u zdravých a nemocných hlíz. Kallosové barevné reakce jsou ovšem rozdílné i podle odrůd, proto je nutné vždy u každé odrůdy mít pro porovnání též kallosové barevné reakce hlíz zaručeně zdravých. Také Wenzl (1956b) použil kallosového testu při stanovení hlíz z trsů napadených vadnutím brambor. Různým barevným a barvicím metodám na stanovení kallos se věnuje značná pozornost, a to nejen u viros brambor, ale i u viros révy vinné aj. Stále nové barvicí metody a reagencie jsou publikovány (Arnold 1956). Sprau (1958) uvádí jako nové barvivo pro tyto účely vodní modř (Bayer). Použitím tohoto barviva se v síťkovicích na místech, kde jsou kallosy, objevuje fluorescence. Tohoto jevu bylo také využito i při barvicí metodě fluorochromem, získaným z vodní modře aj. (Baerecke 1955, Heilmann 1955).

U virové mosaiky řepy [*Beta virus 2* (Lind) Smith] byly zjištěny u nemocných listů také nekrosy v lýkové části svazků cévních (Robbins 1921). Později podrobně studovala anatomické a histologické změny pletiv řepy napadené virovou mosaikou Essauová (1944) a nezjistila žádné nekrosy lýka ani tělíska „elytrosoma" jako Schaffnitt a Weber (1927). Bezpečně zjistila jen patologické změny chloroplastů a změny ve tvaru a velikosti parenchymatických pletiv. Moderní koncepce, pokud jde o virus mosaiky řepy, je, že tento virus není vázán na lýkovou část svazků cévních, a pokud se v ní pohybuje, způsobuje v ní jen nepatrné změny nebo vůbec žádné. V tomto případě není pohyb viru omezen jen na svazky cévní, nýbrž virus se může stejně pohybovat jak v lýku, tak i v parenchymu. Histologické změny pletiv u révy vinné zachvácené virovou mosaikou [*Vitis virus 1* (Straňák) Smith] byly i u nás zjištěny. Při studiu Piercovy choroby révy vinné v USA byly také zjištěny určité anatomické změny (Essauová 1948), a to hlavně tvorba gumy v pletivech dřeva, na které je tento virus na rozdíl od ostatních virů většinou lokalisován.

Tyto změny byly pozorovány brzy po infekci, ještě dříve, než se choroba projevila vnějšími příznaky. Ucpávání buněk gumou se postupně zvyšovalo a pokračovalo od místa infekce, např. z listu do stonku nahoru i dolů. V rychlosti šíření viru a v množství gumy tvořené v pletivech dřeva byly určité odrůdové rozdíly, což těsně souviselo také s vnějšími příznaky na révách. Charakteristickým příznakem Piercovy choroby révy vinné je, že réví napadených keřů na podzim při dozrávání nehnědnou stejnoměrně po celé délce, nýbrž se na nich objevují nepravidelné zelené skvrny na kůře, zvláště u náchylnějších odrůd. Buňky kambia zdravých rév ustávají na podzim obvykle v činnosti, vytvoří silné stěny v době, kdy se tvoří nový korek. Také u nemocných rév přestane dělení kambiálních buněk, ale buňky podrží aktivní charakter, zůstanou živé; jejich stěny nezesílí, zůstanou tenké, a proto se kůra loupe. Ve dřevě nemocných rév je také méně škrobu než u zdravých, což má samozřejmě vliv na kvalitu dřeva a hlavně na odolnost proti mrazům.

PŘENÁŠENÍ VIROVÝCH CHOROB

Důkazem, že určitý patologický jev na rostlině je virového původu (když není možné zjistit jiného původce), je přenos na jinou rostlinu. Je mnoho způsobů přenosu virových chorob, z nichž nejstarší a nejdříve používaný je roubování nebo očkování (a příbuzné metody transplantace a implantace pletiv apod.) nemocných částí rostlin na zdravé rostliny podnožové, pokud to lze prakticky provádět. Často je možné roubovat i rostliny nepříbuzné, a to nejenom dřevnaté, ale i byliny. Metodou transplantace a implantace pletiv lze infikovat dokonce i takové rostliny, které jsou botanicky velmi vzdálené nebo těžko roubovatelné. Byl-li roub nakažen virovou chorobou, pozorujeme na zdravé roubované podložce za určitou dobu příznaky onemocnění, a to často i tehdy, když ani nedošlo k úplnému srůstu roubu s podložkou. Očkováním a roubováním byl již ve středověku podán důkaz, že některé jevy u rostlin jsou virového původu. Holandským pěstitelům tulipánů bylo již tehdy známo, že pestrobarevnost květů tulipánů lze vyvolat uměle tak, že části cibulí tulipánů, které kvetly pestrobarevně, se vroubují do cibulí jednobarevných tulipánů. V zahradnické praxi má roubování a očkování velký význam pro přenos některých viros révy vinné, růží, malin, rybízů, ovocných dřevin apod. Některé virové choroby se dosud podařilo přenést jen tímto způsobem, ale jejich počet je už dnes nepatrný; také klasický Baurův případ pestrobarevného abutilonu, do nedávné doby přenosného jen roubováním, patří už jen historii, protože se podařilo zjistit, že tuto pestrobarevnost přenáší (Orlando a Silberschmidt, 1946) molice tabáková (*Bemisia tabaci* Gen.). I virus „paracrinkle" [*Solanum virus* 7 (Salaman et Pelley) Smith] anglické odrůdy brambor King Edward byl už přenesen mechanickým očkováním šťávou (Bawden, Kassanis, Nixon 1950). Ve skupině virů přenosných pouze roubováním dosud zůstávají jen některé virosy révy vinné a ovocných dřevin, ale i zde se jistě brzy podaří jiný způsob přenosu.

Největší část rostlinných virů je přenosná mechanickým způsobem šťávou, tj. vtíráním nebo, jak dnes všeobecně říkáme, očkováním šťávy vytlačené z nemocných rostlin na listy rostlin zdravých. Tento způsob přenosu je u velké většiny virových chorob běžný a hojně používaný. Jeho podstata je v tom, že vytlačená šťáva z nemocných rostlin se nějakým způsobem očkuje do pletiv rostlin zdravých. V běžné zahradnické i zemědělské praxi je tento způsob přenosu možný i při různých polních pracích poraněním jedné rostliny a přenosem její šťávy nebo potřísněním rostliny zdravé. Nejčastěji se to stává při přepichování, balíčkování, přesazování rostlin, např. u tabáku, papriky, rajčat, květin apod., při vyvazování rajčat atd. V polních podmínkách je také možný přenos třením listu nemocných rostlin o listy zdravých rostlin při větru, procházení kulturami apod., jak bylo prokázáno u viru X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith], a také u aukubové mosaiky brambor [*Solanum virus 9* (Murphy et Quanjer) Smith] (Loughnane a Murphy 1938).

Nejčastější a v přírodě nejhojnější způsob přenášení virových chorob je přenos

hmyzem, hlavně savým, a také jinými živočichy. Je zajímavé, že přenos hmyzem nebyl dosud prokázán u některých virů obecně se vyskytujících v přírodě, např. u viru mosaiky tabáku a viru X z brambor.

Další způsob přenášení virů hlavně na ty hostitele, u nichž se dosud zmíněné způsoby nepodařily, je přenos různými druhy kokotice (*Cuscuta* sp.), kterými lze přenést některé virové choroby i na rostliny systematicky velmi vzdálené. Tyto případy přenosu mezi nepříbuznými rostlinami jsou v přírodě řídké, ale v experimentální praxi se jich s úspěchem využívá.

Jiný možný způsob přenosu virů je půdou; platí to hlavně o viru mosaiky tabáku, viru nekrosy tabáku a jiných virech hlavně na tabáku, ale může se vyskytnout i u jiných virů a u jiných rostlin.

Přenos virů semenem z nemocných rostlin byl dosud prokázán jen u mála viros. Je pravděpodobné, že existuje, ale ve zcela malém procentu nebo i promile, což má velký význam pro praxi zvláště u virů přenosných hmyzem. 100% přenos semenem nebyl prokázán u žádné virosy. Také přenos pylem byl zaznamenán a zmíníme se o něm dále.

Některé virosy lze přenášet všemi uvedenými způsoby, jiné jen několika nebo dokonce jen jedním z nich.

Virus Y z brambor, virus mosaiky okurek a virus mosaiky řepy lze přenést roubováním, mechanickým očkováním šťávou a hmyzem. Svinutku brambor a stolbur lilkovitých se přenáší jen roubováním a hmyzem, nikoliv mechanickým očkováním šťávou (stolbur můžeme přenést i kokoticí). Virus X z brambor lze přenést roubováním a mechanickým očkováním šťávou, ale nikoliv hmyzem. Podobně je tomu i s virem skvrnitosti a žloutenky čekanky (K v í č a l a 1956). Některé virosy ovocných dřevin se dosud podařilo přenést jen roubováním nebo očkováním v zahradnickém slova smyslu. Způsob, kterým určité viry lze přenášet, má ohromný význam při popisu virů a při diagnostice viros. Je jisté, že u mnohých virů, které dosud lze přenášet jen jedním nebo dvěma způsoby, bude v budoucnu zjištěn ještě jiný způsob přenášení. Je také známo, že některé viry, které parasitují na mnoha hostitelích, nelze přenášet mezi těmito hostiteli libovolně, nýbrž jen v určitých kombinacích. Co je příčinou tohoto jevu, se dosud nepodařilo vysvětlit.

Přenos roubováním

Tento způsob přenosu je všem rostlinným virům společný a lze při něm použít různých metod podle rostlin, které spojujeme. Roubovat lze jak byliny, tak i dřeviny. U dřevin používáme očkování nebo roubování obvyklého v zahradnické praxi, u bylin roubujeme zpravidla do rozštěpu.

U některých virů lze také použít metody transplantace nebo implantace pletiv z nemocné rostliny do zdravé, jak toho užili B l a t t n ý a L i m b e r k (1956) při studiu stolburu. Tito autoři implantovali do stonku rajčat nebo tabáku 0,1 mm silné řízky ze stonků stolburových svlačců, tedy rostliny příbuzensky velmi vzdálené, a dosáhli u rajčete 1,7 % přenosů a u tabáku 10 % přenosů. Když k implantaci použili částí listů ze stolburových svlačců o velikosti asi 2 mm, které částečně rozmačkali, dosáhli u rajčat 3 % a u tabáku opět 10 % přenosů. V tomto posledním případě šlo pravděpodobně o částečně mechanický přenos šťávou, poněvadž se infikovaná šťáva asi dostala přímo do svazků cévních podložky; nejde však o mechanický přenos, jak tomu ve virologii rozumíme. Je to zajímavé tím, že se dosud nepodařilo stolbur přenést mechanicky šťávou. Metoda implantace by se dala použít i u rostlin těžko roubovatelných, např. u jahodníků. H a r r i s (1933) rouboval jahodníky tak, že šlahouny jahodníků spojoval jednoduchým m ů s t k o v á n í m. Techniku roubování jahodníků hlavně pro účely testovací propracoval M i l l e r (1952). Podobného způsobu bylo užito i u maliníku. S c h ö n i g e r (1957) vypracoval zlepšený způsob roubování šlahounů jahodníků: šlahoun nemocného jahodníku (*Fragaria vesca* L.) a šlahoun testovací společně narouboval na šlahoun podložky, kterou ve

zvláštní vlhké komůrce samostatně zakořenil. U některých viros tropických rostlin se používá implantace části kůry s lýkem z nemocné rostliny, která se implantuje do výřezu stejného tvaru na zdravé rostlině (Sreenivasaya 1930). U přenášení mosaiky broskvoní bylo použito implantace kousků listů z nemocné broskvoně pod zelenou kůru k lýku broskvoně zdravé. Kousky listů na řezu vytvořily kalus, který pak srostl s kalusem kambia podložkové broskvoně (Cochran a La Rue 1946). Často se přenos roubováním zdaří i tehdy, když roub jen částečně sroste, nebo i brzy po roubování zahyne. Tyto případy byly zaznamenány také u nás při přenášení stolburu z brambory na rajče. Nemocný roub brambory srostl jen částečně s podložkou rajčete a po 10 dnech zahynul, ale přesto se na rajčeti projevily zřetelné příznaky stolburu.

Přenos mechanickým očkováním šťávou

U velké většiny virů je přenos mechanickým vtíráním šťávy z nemocných rostlin na listy rostlin zdravých obvyklý. Ve volné přírodě se dokonce viry, které jsou ve šťávě ve vysoké koncentraci, přenášejí pouhým třením listu o list při větru nebo otíráním šatstva při procházení kulturami, přenosem zvěří, ptactvem atd., jak je to např. známo u viru tabákové mosaiky a viru X z brambor. Mnohé rostlinné viry se nedají dosud tímto způsobem přenášet, poněvadž neznáme hostitele, na které by se takto přenesly. Z poslední doby máme četné případy, kdy viry, o nichž se po desítiletí zdálo, že jsou mechanickým očkováním šťávou nepřenosné, lze tak nyní přenášet, protože se podařilo najít vhodné hostitele a vhodný způsob přenosu. Virus „paracrinkle" z anglické odrůdy brambor King Edward, na níž se neprojevuje žádnými příznaky, dlouho přenosný jen roubováním na odrůdu Arran Victory, na níž projevuje zřetelné příznaky kadeřavky, se podařilo přenést mechanickým očkováním šťávou z odrůdy King Edward na rajče a potom zpětným roubováním infikovaného rajčete na bramborovou odrůdu Arran Victory (Bawden, Kassanis a Nixon 1950). Ukazují se dokonce určité souvislosti nebo i sérologická příbuznost viru paracrinkle a viru S z brambor, popsaného z Holandska a dnes rozšířeného také v jiných zemích (Kassanis 1956). I virus žloutenky řepy, až donedávna přenosný jen mšicemi a roubováním, lze nyní přenést na řepu mechanickým očkováním šťávou (Kassanis 1949b). Virus kadeřavosti chmele, také nepřenosný jinak než roubováním, se podařilo přenést mechanickým vtíráním částečně vyčištěné infekční šťávy (isolátu) na listy semenáčků chmele, které potom za několik měsíců projevily zřetelné příznaky kadeřavosti (Pozděna a Čech 1957).

Jen u virů, které se dají přenášet šťávou, se mohou jejich vlastnosti, jako např. inaktivační teplota, konečný bod zředění, stálost viru v surové šťávě při laboratorní teplotě a jiných teplotách, působení různých chemikálií apod., studovat in vitro, což je důležité při identifikaci virů.

Je mnoho výkladů o tom, proč se některý virus snadno přenáší mechanickým očkováním šťávou a jiný ne. U některých virů to mohou být jejich vlastnosti, jako např. malá koncentrace ve šťávě, což může být opět ovlivněno vlastností hostitelské rostliny. Některý virus, který je přenosný šťávou z jednoho hostitele, není tak přenosný z hostitele jiného nebo je přenosný jen na určité hostitele. Virová žloutenka smetánky (*Taraxacum*

virus 1 Kassanis) je šťávou snadno přenosná na salát (*Lactuca* sp.), nikoliv však z pampelišky na pampelišku. Ze salátu se pak dá snadno přenést šťávou opět na pampelišku (Kassanis 1947).

Všeobecně se dnes tvrdí, že přenos šťávou mechanickým očkováním je hlavně ovlivněn hostitelskou rostlinou. Z praxe víme, že četné viry, které jsou mechanicky snadno přenosné šťávou, se v určité vývojové fázi rostliny na ni přenášejí nesnadno. Starší rostliny se infikují obtížněji než rostliny mladé, ale někdy i naopak.

Inaktivace, inhibice a denaturace virů

U některých virů vlastnosti šťávy nedovolují mechanický přenos, poněvadž virus je hned po vytlačení z buněk inaktivován nebo dokonce denaturován, hlavně obsahem vakuol. Je to známo např. u virů jahodníků aj. Virus zkorkovatění pletiv americké rostliny *Ipomaea batatas* L. (tzv. sladké brambory) je také ihned po vytlačení z rostlin ve šťávě inaktivován, a proto se nedá přenášet mechanickým očkováním šťávou na testovní rostliny. Hildebrand (1956) zjistil, že přidáme-li do šťávy vytlačené z hlíz nemocných rostlin *Ipomaea batatas* L. cystein, nedojde k inaktivaci viru, který se pak dá snadno přenést mechanickým očkováním šťávou. Také šťáva některých rostlin přidaná ke šťávě vytlačené z rostlin nakažených určitým virem může virus inaktivovat. Šťáva z listů jahodníku inaktivuje virus mosaiky tabáku, šťáva z rostliny *Phytolacca esculenta* L. inaktivuje virus tabákové mosaiky a virus nekrosy tabáku. Surová šťáva z listů *P. americana* L. a *P. acinosa* L. má stejný inhibiční vliv na virus mosaiky tabáku. Na virus mosaiky řepy [*Beta virus 2* (Lind) Smith] projevila *P. acinosa* slabší inhibiční vliv (Brčák, Polák, Pintera). Také ve šťávě z listů tabáku *N. glutinosa* L. s příznaky po infekci virem nekrosy tabáku (*N. virus 11* Smith) jsou určité inaktivační látky, které inaktivují tento virus velmi rychle při teplotě 18° C, ale pomalu při 0° C. Povaha těchto látek nebyla zjištěna, ale chovají se podobně jako aldehydy nebo deriváty kyseliny askorbové k témuž viru. Přestože je virus těmito látkami ve šťávě inaktivován, je sérologicky účinný; nepůsobí tedy tato inaktivace na ztrátu sérologické účinnosti (Bawden a Pirie 1957b). Šťáva z papriky (*Capsicum frutescens* L.) snižuje aktivitu četných virů a na *Chenopodium hybridum* L., *Physalis peruviana* L. a *Nicotiana tabacum* L. inhibuje tvorbu lokálních skvrn (lesí) těchto virů: okurkové mosaiky [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith], tabákové mosaiky [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], leptavé mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 7* (Johnson) Smith], prsténkovitosti - ring-spot - tabáku [*Nicotiana virus 13* (Dufr.) Smith] (McKeen 1957). Mechanický přenos viru kadeřavosti chmele šťávou je také znemožněn tím, že šťáva má hodně třísloviny (Pozděna, Čech, Blattný 1956).

U některých viros, např. u viros jehličnatých dřevin, může mechanický přenos šťávou znemožňovat vysoký obsah silic a pryskyřic v buněčné šťávě apod. (Blattný 1956a).

Také přenos viros karafiátů očkováním šťávou je obtížný, poněvadž rod *Dianthus* L. má v buněčné šťávě četné inhibiční látky, které znemožňují přenos např. na tabák. Tyto látky nepůsobí na všechny hostitele stejně.

Velmi málo působí na *Stellaria media* Vill., které se pak dá využít k pasážování virů mosaiky karafiátů, poněvadž na ni tento virus přechází a z ní se dá přenést na tabák. Na tabáku způsobuje lokální lese, čehož se dá využít ke studiu jen kvantitativních vlastností (Schmelzer 1956b).

Přenos šťávou se u některých virů velmi usnadní tím, že přidáme do očkovací látky nějaké abrasivum, tj. látku drásající pokožku očkovaného listu, např. karborundový prášek, celit, infusoriovou hlinku a jiné látky. Tyto látky můžeme aplikovat také tak, že jimi jemně poprášíme listy před očkováním. Tuto metodu, která se dodnes s různými obměnami používá, první zavedli Ravlins a Tompkins (1934), kteří užili jemnozrnného karborundového prášku. Samuel a Bald (1933) užívali jako drásající látky jemného písku. Kalmus a Kassanis (1945) vyzkoušeli řadu abrasivních látek (celit, infusoriovou hlinku, karborundum různého zrna apod.). Abrasivum neúčinkuje na virus ve šťávě, nýbrž na hostitele; poraněním pokožky se totiž vytvoří na očkovaném listě větší množství vstupních míst a otevře se více pokožkových buněk, takže i virus, který je ve šťávě ve slabé koncentraci, má větší možnost vniknout do buněk očkované rostliny. U rostlin, které mají na povrchu listu značné množství trichomů, jako např. tabák, rajčata, brambory apod., dochází snadněji k infekci i bez použití abrasiva, poněvadž natíráním listů šťávou se trichomy polámou a virové částice vniknou do buněk. Počet lokálních nekrotických skvrn (lesí) např. u *Nicotiana glutinosa* L., očkovaného virem mosaiky tabáku, se zvýší přidáním karborunda. Kalmus a Kassanis (1945) při pokusech infikovali list tak, že jej nejdříve podrásali abrasivem a pak jen jemnou mlhovkou postříkali infikovanou šťávou. Ovšem jak se prodlužovala doba od podrásání pokožky abrasivem do očkování, tak se zvyšovala i odolnost rostlin k infekci; jemná poranění pletiv se rychle vyhojila, zkorkovatěla.

Jsou také příklady toho, že buňky pletiv v různých částech rostlin reagují na infekci různě. Některým virem se snadno nakazí listy mladé, jiným jen starší a naopak. Také citlivost listu k infekci není na celé ploše listu stejná; o tom rozhoduje druh viru. Vůči některému viru jsou citlivější okraje listů, vůči jinému špičky nebo base listů. O infekci nerozhoduje jen otevření pokožkových buněk poraněním, nýbrž také stav vývoje a fysiologie buňky (je-li schopna virus do šťávy přijmout a dále rozmnožovat).

Jak přechází virus z buňky do buňky nebo jak vůbec vniká do buňky, přesně nevíme. Platí názor, že do neporaněné buňky nemůže zvenčí virus vniknout; ani to však není stejné u všech virů: některé vnikají do buněk i jinak než poraněním. Pohyb viru z buňky do buňky se děje asi plasmodesmami, jak dokázala Sheffieldová (1936). Je mnoho důkazů o tom, že virus vniká do pletiv také průduchy, jak bylo prokázáno u viru tabákové nekrosy (*Nicotiana virus 11* Smith) (Smith a Bald 1935). Stačilo jemné poprášení (atomisace) tabákových rostlin infikovanou šťávou, aby došlo k infekci a tvorbě lokálních nekrotických skvrn na *Nicotiana tabacum* L. Price (1938), který pokusy opakoval, však tuto možnost popírá.

Virus mosaiky tabáku se v kulturách rajčat, tabáku, papriky aj. přenáší třením listů nemocných rostlin o listy zdravých rostlin při větru, při procházení kulturami za okopávky apod., kdy navíc ještě dochází k mechanickému přenosu z nemocných rostlin na zdravé šatstvem. Také polní zvěř by mohla tímto způsobem přenášet virus mosaiky tabáku, po případě i jiné viry. U bramborového viru X je tento způsob přenosu třením listu o list

v polních kulturách prokázán, zvláště ve vyšších polohách, kde je více větrů. O mechanickém přenosu některých virů bychom mohli mluvit také při řezu chmele, révy vinné, ovocných stromů, květin apod. (Blattný 1928); dnes se však podobný způsob přenosu často popírá právě proto, že tu dochází ke značnému poranění rostlin a tím i buněk, které na řezné ploše odumírají, takže nedojde k infekci. Tentýž způsob by byl možný i při krájení bramborové sadby (Blattný 1930a), ale při přesných pokusech (Smith, Markham 1945) s bramborovým virem X se při krájení hlíz nedosáhlo přenosu; jiní autoři však naopak uvádějí, že infekce virem X tímto způsobem nastala, krájely-li se hlízy přes očka nebo klíčky.

O mechanickém způsobu přenosu můžeme také mluvit tam, kde se virus přenese dotykem, třením podzemních částí rostlin, hlavně kořenů. U viru X z brambor to prokázala Robertsová (1946). Můžeme se právem domnívat, že přenos dotykem kořenů je u některých virů možný, ačkoliv na přítomnost viru v kořenech jsou rozdílné názory. Je dávno známo, že některé viry se mohou udržovat v půdě, jako např. virus mosaiky tabáku, který se z infikovaných rostlinných zbytků dostává do půdy a může tam přetrvávat delší dobu, poněvadž je to virus velmi odolný vůči vnějším vlivům. Z našich zkušeností dobře víme, že po sklizni tabáku jsou obvykle všechny rostliny na poli infikovány virovými chorobami a že po posekání stonků a jejich odvezení z pole se do půdy dostane hojně zbytků, takže o přirozenou infekci půdy není nouze. O přítomnosti viru mosaiky tabáku v půdě se můžeme snadno přesvědčit jednoduchým pokusem, při němž natíráme listy tabáku (očkujeme) vodním výluhem z půdy, obsahujícím organické zbytky nemocných tabákových rostlin.

Ovšem názory, jak se nakazí nadzemní části tabáku virem z půdy, se různí. Někteří autoři tvrdí, že k infekci dojde poraněním kořínků, jiní to naopak popírají, poněvadž se nepodařilo nakazit nadzemní části tabáku virem mosaiky tabáku umělým očkováním kořenů šťávou z nakažených rostlin. J. Johnson (1937) tvrdí, že infekce vniká z půdy do rostliny jen poraněním přízemních částí stonků a listů: např. prý dešťové kapky odrážející se od půdy a unášející s sebou částice hlíny a písku mohou rostliny nakazit; jde zde totiž o mírná poranění a současné unášení eventuální virové infekce. Infekce kořenů má u viru mosaiky tabáku v praxi malý význam; větší význam má však u viru nekrosy tabáku, který je dokázán pouze v kořenech rostliny, kdežto nadzemní části jsou prosté tohoto viru a úplně zdravé. Jen ve výjimečných případech, kdy se listy dotýkají půdy, může dojít i k infekci nadzemních částí tabáku virovou nekrosou, která se projevuje tvorbou lokálních nekrotických lesí, obvykle na nejspodnějších listech tabáku *Nicotiana tabacum* L. Virus nekrosy tabáku je zajímavý také tím, že je lokalisován jen na kořeny a do nadzemních částí nepřechází nebo přechází jen výjimečně, jak již bylo řečeno.

Virus mosaiky tabáku přechází, pokud u rostlin vyvolává systemickou infekci, z nadzemních částí do kořenů, ale není schopen přejít z infikovaných kořenů do nadzemních částí. Proto také infekce nadzemních částí tabáku virem mosaiky tabáku přes kořeny dosud selhávají. Při pěstování tabáku v živných vodních roztocích s virem mosaiky tabáku dojde k infekci kořenů, jen jsou-li nějak poraněny, např. třením; i pak však tato infekce zůstane lokalisována na kořeny a do nadzemních částí nepřejde. V půdě infikované virem mosaiky tabáku se kořínky nakazí tak, že se

kořínky prodíráním půdou mírně poraní. V tomto případě, i když je potom virus mosaiky tabáku v kořenech ve velmi značné koncentraci, nedojde k systemické infekci nadzemních částí, nebo jen velmi zřídka a po dlouhé době, takže nemůžeme říci, zda virus přešel z kořínků nebo zda došlo k náhodné infekci nadzemních částí (Bawden 1950).

Možnost infekce virů kořeny byla sledována u poměrně malého počtu virů a není vyloučeno, že některé viry mohou do nadzemních části rostliny vnikat i kořeny. V pokusech Robertsové (1946) byl přenos viru X z brambor prokázán dotykem kořínků nemocných a zdravých rostlin, a to jak u brambor, tak i u rajčat. Je to také jeden ze způsobů přirozeného šíření viru X ve volné přírodě. Bylo to potvrzeno i jinými badateli (Klinkowski 1951, Bartels 1954b, 1956).

Přenos půdou

Je dosud mnoho domněnek o přenášení virů půdou. Virů, které se takto přenášejí, je velmi málo. Některé z nich mohou v půdě udržet nakažlivost i delší dobu, zvláště virus mosaiky tabáku, o němž již Mayer (1886) vyslovil domněnku, že se může udržovat v půdě. Podobně také u mosaiky pšenice to pokusně zjistil McKinney (1937), když vysel pšenici do půdy infikované touto mosaikou. Půda se infikovala jen tak, že se promísila s půdou již infikovanou virem, nikoliv s rostlinami infikované pšenice (McKinney 1946a). Autor se domnívá, že snad existuje určitý půdní organismus, který zde působí jako vektor. Infekce mosaikou pšenice převládala v těžkých půdách, na lehkých půdách jí bylo méně. Podobný případ závislosti na půdním typu zjistil Uschdraweit (1949) u viru mosaiky tabáku. F. Johnson (1945), který potlačil přenos mosaiky pšenice půdou tím, že půdu desinfikoval insekticidy, se domnívá, že přenašeči a udržovateli tohoto viru mohou být háďátka (*Nematoda*). Podobně jako mosaika pšenice je půdou přenosná i virosa v USA nazývaná velkožilnatost salátu (big vein), která se vyskytuje zvláště na těžkých a vlhkých půdách (Pryor 1942, 1946). McKinney (1946 b) zjistil, že i virová mosaika ozimého ovsa je přenosná půdou. Pokud jde o půdní infekci virem mosaiky tabáku, je dnes jisté, že půdní infekce jako zdroj počáteční nákazy tabáku touto chorobou převládá a že dochází k infekci tabáku hned v pařeništi. Stačí, když se jen několik rostlin v pařeništi nakazí, ostatní se pak nakazí od nich při přesazování, dotykem listů o list apod., hlavně činností člověka. Virus mosaiky tabáku je tak vytrvalý, že ani v dobře uleželém kompostu neztrácí účinnost. I pokud jde o virus X z brambor byly určité náznaky o možnosti přenosu půdou, které byly podrobně diskutovány v práci Klinkowského (1951).

Virus nekrosy tabáku se přenáší také půdou. V pokusech bylo zjištěno, že po rozprášení suspense čistého preparátu viru nekrosy tabáku nad rostlinami tabáku ve skleníku došlo k infekci kořenů. Smith (1937 a, b, c) podle toho soudí, že je to virus přenosný vzduchem (air-borne), jehož částice jsou v ovzduší a jsou deštěm nebo vodními parami strhovány do půdy a z ní pak infikují kořeny. Tentýž případ nastal, když byly zdravé rostliny tabáku rostoucí za aseptických podmínek ve sterilované půdě zalévány suspensí viru nekrosy tabáku; bylo to potvrzeno i jinými autory (Price

1938). U některých viros chmele byl dokázán přenos půdou, např. u kadeřavosti; některé viry a komplexy virů chmele se v půdě udržují několik let (Blattný a Osvald 1950a). Dosud se však nepodařilo průkazně dokázat, zda se rostlinné viry v půdě udržují ve zbytcích rostlin nebo jako samostatné volné částice, nebo zda jsou vázány na některé jedince půdní mikroflory a mikrofauny. Četné pokusy o přenos virů některými půdními houbami, např. *Rhizoctonia solani* Kühn, *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferraris aj., selhaly (Bawden a Kassanis 1947a). Jiné půdní mikroorganismy, jak z říše rostlinné, tak i živočišné, však zkoušeny nebyly, takže otázka, jak dojde k infekci rostlin viry, které se udržují v půdě, zůstává stále otevřená. Jsou domněnky, že i virové choroby řepy mohou přenášet háďátka, ale experimentálně to nebylo ještě potvrzeno (Goffart 1956).

Přenos semenem

Můžeme považovat za pravidlo, že ze semen virosních rostlin vyrostou většinou rostliny zdravé, bez příznaků virových onemocnění, nehledíme-li k vitálnímu oslabení obvyklému u semen z virosních rostlin. U určitých virů a určitých hostitelů byl však přenos semenem prokázán a prokazuje se stále u nových virů a nových hostitelů, byť i v nepatrném množství. Otázka, jak se viry jednoletých rostlin udržují v přírodě z roku na rok, je vysvětlitelná tím, že většina virů má i jiné hostitele, patřící k dvouletým nebo vytrvalým rostlinám anebo také k rostlinám, které se rozmnožují převážně vegetativními částmi.

Nejvíce virů se semenem přenáší u rostlin z čeledi bobovitých (*Fabaceae*) [dříve motýlokvěté (*Leguminoseae*)]. Reddick a Stewart (1918, 1919) dokázali, že mosaika fazoli [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith] je přenosná semenem ve značném procentu. Přitom ne ve všech luskách z nemocné rostliny je semeno, jež přenáší virus, a také ne všechna semena v témž lusku jsou infikována. Závisí to na době, kdy byla rostlina virem infikována. Rostliny, které už vyrostly z virosního semene, mají nejvyšší procento virosních lusků i semen. Fajardo (1930a, b) zjistil až 50 % semenáčků fazolí napadených virovou mosaikou fazolí. Když je matečná rostlina nakažena virem až po odkvětu, má obvykle semeno zdravé bez virové nákazy (Pierce a Hungerford 1929, Harrison 1935, Nelson 1932). Cenné je také zjištění Reddickovo (1931), že i pyl obsahuje virus mosaiky fazolí, takže snad i při opylování může dojít k infekci blizny a semeníku.

Z dalších virů u luskovin je semenem přenosná mosaika sóje [*Soja virus 1* (Gard., Kendr.) Smith], a to z 10—25 % (Gardner a Kendrick 1921). Procento přenosu semenem závisí na mnoha vlivech a také na odrůdě. Heinze a Köhler (1940) zjistili u mosaiky sóje přenos semenem až do 40 %. U bobu obecného (*Vicia faba* L.) byl zjištěn až 11% přenos semenem. Přenos semenem byl také zjištěn u *Vigna sinensis* a *V. sesquipedalis* až do 6 %. U vlčího bobu žlutého (*Lupinus luteus* L.) byl zjištěn přenos semenem do 5 % (Mastenbroek 1942). U ostatních bobovitých rostlin, jako např. u hrachu (*Pisum sativum* L.), tolice-vojtěšky (*Medicago sativa* L.), červeného jetele (*Trifolium pratense* L.) a jiných,

nebyl ještě přenos virových chorob semenem přesně dokázán, ale můžeme se domnívat, že je aspoň v malém procentu pravděpodobný.

Viry, které nejsou původní na bobovitých rostlinách, které se však na ně dají přenést a jsou pak přenosné i semenem, jsou např. virus prsténkovitosti rajčat [*Lycopersicum virus 2* (Valleau, Johnson) Smith] a virus prsténkovitosti (ringspot) tabáku [*Nicotiana virus 13* (Price) Smith]. Oba jsou sérologicky nepříbuzné, ale oba se dají přenést na sóju (*Soja hispida* L.), odrůdu Lincoln, kde vyvolávají shodné příznaky. Z nakažené sóje jsou oba tyto viry přenosné semenem; u viru prsténkovitosti tabáku je infikováno až 82 % semen a u viru prsténkovitosti rajčat až 76 % semen. Kromě toho semena z infikovaných rostlin jsou ještě vitálně oslabena a mají nižší klíčivost než semena zdravých rostlin. Semena sóje nakažené virem prsténkovitosti rajčat měla klíčivost 32 % a virem prsténkovitosti tabáku 44 %, kdežto semena z rostlin zdravých, kontrolních měla klíčivost 86 % (Kahn 1956).

Také u rostlin lilkovitých (*Solanaceae*) byly zaznamenány případy přenosu virových chorob semenem, např. u četných virů tabáků, hlavně různých kmenů viru prsténkovitosti tabáku (ring-spot) (Valleau 1932). Henderson (1931) prokázal, že virus prsténkovitosti tabáku se snadno přenáší semeny *Petunia* sp. asi z 20 %, kdežto semenem tabáku nikoliv. Také u brambor, hlavně u virové svinutky, jsou dohady, že je přenosná semenem, ale nepodařilo se to dosud prokázat. Sprau (1951) uvádí, že přenos semenem se podařil také u bramborového viru Y. Je zajímavé, že u tak rozšířené choroby, jako je obyčejná mosaika tabáku, se nepodařilo prokázat přenos semenem, ač někteří autoři se domnívali, že přenos semenem je možný hlavně u rajčat (Ainsworth 1933). Virus mosaiky tabáku lze zjistit v osemení semene tabáku i rajčat z nemocných rostlin. Sheffieldová (1931) dokonce našla v buňkách slupky semene tabáku typické vnitrobuněčné inkluse, ale nenašla je v jiných částech semene. Také nezralé semeno nakažených rostlin tabáku obsahuje virus mosaiky tabáku, a je-li rozdrceno a použito jako očkovací látka (inoculum), je infekční.

Tabulka 4

Klíčení semen salátu z rostlin virosních a zdravých
(podle Kvíčaly)

Rok sklizně	Vyseto semen z rostlin		Vyklíčilo					
			6. den		10. den		14. den	
	virosních	zdravých	z virosních rostlin	ze zdravých rostlin	z virosních rostlin	ze zdravých rostlin	z virosních rostlin	ze zdravých rostlin
1952	1100	1100	702	756	925	984	936	1015
%	100	100	63,81	68.72	84,10	89,45	85,10	92,27
1953	1200	1200	784	826	1028	1102	1030	1106
%	100	100	65,33	68,83	85,66	91,08	85,83	92,16
Průměr v %			64,57	68,77	84,88	90,26	85,46	92,21

Tabulka 5

Váha semene sklizeného ze semenaček zdravých a infikovaných virovou mosaikou řepy
[*Beta virus 2* (Lind) Smith]
(podle Kvíčaly)

	Váha sklizeného semene v g	Přepočteno na 1 rostlinu v g	Počet sklizených rostlin	Přepočteno na 1 ha, tj. asi 20.500 rostlin v q
Zdravá semenačka	7.050	79,8	88	16,35
Semenačka infikovaná virovou mosaikou řepy	4.950	45,0	110	9,22
Snížení sklizně o .		34,8		7,13
celkové snížení sklizně semene o 56,4 %				

V plně zralém semeni se tímto způsobem už virus zjistit nedá a také rostliny vyrostlé z takových semen jsou úplně zdravé.

V literatuře jsou také záznamy o přenosu některých viros semenem u tykvovitých (*Cucurbitaceae*). Přenos virové mosaiky semenem až do 37 % u *Cucurbita maxima* L. zjistil Middleton (1944), který zároveň zjistil, že většina infikovaných semen je lehčí a dá se při čištění snadno odstranit. Z lehčích semen získal 37 % infikovaných rostlin, kdežto z těžkých, zdravých semen bylo procento infikovaných rostlin velmi nízké a nepřesáhlo 2 %. Ani po třech letech skladování takového semene se procento infikovaných rostlin z něho vyrostlých nezměnilo. U melounů (*Cucumis melo* L.) zjistil Rader, Fitzpatrik a Hildebrand (1947) 28—93% přenos virové mosaiky semenem. Po tříletém uložení infikovaného semene klesl přenos semenem na 3—6 %. Podle pokusů se zdá, že virus okurkové mosaiky je přenosný semenem u *Cucumis melo* L., *Cucurbita*

Tabulka 6

Váha 100 klubíček řepného semene ze semenic zdravých a nakažených virovou mosaikou řepy (v gramech)
(podle Kvíčaly)

Velikostní skupina v mm . . .	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Klubíčka ze zdravé semenice . .	1,52	1,47	2,10	3,30	3,80
Klubíčka z infikované semenice . .	0,88	1,41	1,94	2,56	3,55
Absolutní snížení o	0,64	0,06	0,16	0,74	0,25
Snížení v % o	42,5	5,0	8,0	22,5	6,6
Průměrné snížení o 16,9 %					

moschata, C. flexosus, C. pepo L., ale nikoliv u okurky (*Cucumis sativus* L.).

Virová mosaika salátu je také jedna z viros, o niž je dávno známo, že se přenáší i semenem. První o tom vyslovil domněnku Newhall (1923), když zjistil tuto chorobu na poli časně z jara, kdy přenos hmyzem nebyl ještě možný. Při dalších pokusech v hmyzotěsném skleníku při výsevu semene ze silně virosních rostlin zjistil po 28 dnech 4,8 % jedinců s virovou mosaikou. Brandenburg (1928) udává 8—10% přenos virové mosaiky salátu semenem. Ainsworth a Ogilvie (1939) experimentálně zjistili přenos mosaiky salátu semenem od 1,57 do 8,3 %; kolísání se řídilo podle odrůdy. Dvouleté semeno salátu z infikovaných rostlin nevykazovalo významné rozdíly. Kassanis (1947) zjistil pravidelný přenos mosaiky salátu semenem ve vzorcích obchodního osiva salátu různých odrůd v rozsahu 2—4 % s výjimkou odrůdy Cheshuntský salát raný obrovský, u níž přenos semenem nebyl vůbec zjištěn; později to potvrdili i jiní autoři (Ullrich 1956), a to i tehdy, když semeno bylo sklizeno z rostlin silně napadených mosaikou. Co je příčinou, se dosud nepodařilo vysvětlit. Grogan a Bardin (1950), Grogan, Welch a Bardin (1951, 1952) udávají přenos mosaiky salátu semenem od 1 do 8 % podle odrůdy. Nezjistili však rozdíly v přenosu semenem v různých váhových skupinách vytříděného semene salátu. Zkoušeli také inaktivovat virus v semeni salátu teplou vodou, ale bez praktického výsledku, poněvadž se tím značně snižovala klíčivost. Ullrich (1954) zjistil u různých odrůd salátu přenos mosaiky semenem od 0,1 do 2,3 %. Dále zjistil, že největší procento zkoušených vzorků (38 %) přenáší mosaiku salátu semenem v rozmezí od 0,1 do 1 % a že jen u 2 % vzorků byl přenos semenem vyšší než 2,3 % (Ullrich 1956). Pro infekci semene je též rozhodující postavení květu na rostlině a doba infekce rostliny. Rostliny nakažené až v době květu nebo těsně před květem mosaiku salátu semenem vůbec nepřenášely nebo jen nepatrně. Rostliny nakažené hned po vysázení nebo vyrostlé z nakaženého semene měly vždy nejvyšší procento infikovaných semen. Jsou též procentické rozdíly v přenosu mezi jednotlivými rostlinami téže odrůdy a dokonce mezi semeny z jednotlivých květů od 0 do 3,5 %. U polní odrůdy salátu Král Máje zjistil Kvíčala (1957b) přenos virové mosaiky salátu semenem od 0,63 do 0,83 %. Časný jarní salát nebývá nikdy tak napaden virovou mosaikou, poněvadž tu jde pouze o infekci ze semene, ale letní, podzimní a zimní salát je pak napadán často až z 50 %. U zimního salátu je procento nepatrně nižší. U těchto kultur působí již mšice, které z počátečních zdrojů nákazy, tj. z rostlin infikovaných ze semene, přenášejí pak mosaiku dále.

Květinářská praxe tvrdí, že se některé viry z rostlin rodu *Cineraria* (u nás hlavně virus bronzovitosti rajčat) přenášejí semenem. Také Jones (1944) dokazuje, že ačkoliv virus bronzovitosti rajčat není u velké většiny rostlin přenosný semenem, přece jen se přenáší semenem cinerarií. Potvrzují to i někteří naši praktičtí pěstitelé.

U některých viros ovocných dřevin byl také prokázán přenos semenem. Virus prsténkovitosti třešní se přenáší semenáči mahalebky z 10 % a virus žloutenky višní z 8 % (Cation 1949, 1952). U odrůdy višně Montmorency se virus žloutenky semenem nepřenáší, kdežto virus prsténkovitosti třešní se přenáší až ze 30 %.

Také virosy chmele se mohou přenášet semenem. Virová žloutenka

(asi není totožná s naší virovou žloutenkou chmele) a chlorosa chmele v Anglii se přenášejí semenem z 12,3 % (Salmon a Ware 1935). Podle Blattného a Osvalda (1949, 1950a, 1954) se semenem přenášejí i virová kadeřavost chmele, panašovaná mosaika a ještě některé jiné virosy chmele blíže neidentifikované. Mosaika konopí (*Cannabis sativa* L.) se přenáší semenem až z 28 % (Röder 1941), jak bylo i u nás zjištěno. Latentní mosaika zjištěná u kokotice (*Cuscuta campestris* Yunck.) se přenáší semenem z 5 % (Bennett 1944b). Po jednoletém skladování semene byl zjištěn přenos této choroby u *C. campestris* Yunck. 4,9 % a u *C. californica* L. 2,4 %.

Také u virové žloutenky řepy byl zjištěn přenos semenem, a to jen u 0,1 % semene (Pozděna, Helebrandt, Blattný 1954). Clinch, Loughnane (1948) popsali žloutenku řepy, kterou našli v Severním Irsku na šlechtitelské stanici řepařské u čisté linie rodiny 41 cukrovky a která byla přenosná semenem, a také mšicí *Myzodes persicae* Sulz. Považovali tuto chorobu za kmen viru žloutenky řepy [*Beta virus 4* (Rol. et Quanjer) Smith] přenosný semenem. Watson, Hull a Hartsuijker (1949) však tvrdí, že to není kmen viru žloutenky řepy, ač příznaky se poněkud podobají příznakům způsobeným virem žloutenky řepy. Těmto autorům se také nepodařil přenos těchto příznaků mšicemi a dokonce se jim nepodařil ani přenos roubováním na odrůdu Kleinwanzleben E. Rovněž tak šťáva z řep rodiny 41 nedávala sérologickou reakci s antisérem připraveným ze žloutenkového viru řepy. Předpokládají proto, že tu jde o genetickou chlorosu rodiny 41 cukrovky, nikoliv o virovou chorobu, tím méně o virovou chorobu přenosnou semenem. Také Wenzl (1956c) při pokusech s přenosem virové žloutenky u krmné řepy odrůdy červená Eckendorfka udává, že z 10 000 rostlin vyrostlých ze semen semenaček totálně napadených virovou žloutenkou sérologicky potvrzenou ani jedna rostlina neprojevovala příznaky virové žloutenky [*Beta virus 4* (Roll., Quanjer) Smith].

Přenos virové mosaiky řepy semenem se nepodařilo dokázat, i když tato choroba silně ovlivňuje např. velikost klubíček, klíčivost a výnos semene (Blattný ml. 1956, Kvíčala 1957a).

Přenos viru semenem tak, že infekce lpí na povrchu semene, nepřichází v praxi v úvahu, leda snad u těch virů, které mají vysokou odolnost k vnějším vlivům, např. vysychání, vysoké teplotě apod. (virus mosaiky tabáku) a i tu četné pokusy v tomto směru byly negativní.

Zda je přenos viros brambor možný semenem, studoval u nás Votoupal (1958) a průkazně zjistil, že virus X a virus svinutky brambor se semeny nepřenáší. U viru Y z brambor Sprau (1951) zjistil nepatrné procento přenosu semenem (2,5 %).

Přenos virových chorob trav (obilnin) semenem je dosud poměrně málo znám. Tak např. virová mosaiková proužkovitost jarního ječmene je osivem přenosná (Takahashi, Akai, Inoye 1957). Tito autoři usuzují, že je dědičná mateřskou cytoplasmou. Tato virová choroba je známá z USA, z Japonska aj. a je přenosná očkováním šťávou s přidáním karborunda. Způsobuje špatné metání ječmene, semisterilitu semene, nevyrovnanost porostů v době metání a typické příznaky často až i nekrotické proužkovitosti na listech i pochvách jarního ječmene.

Přenos viros rostlin semenem je sice řídký, ale přece jen není bezvý-

znamný z hlediska počáteční infekce, hlavně u těch virů, které jsou přenosné mšicemi nebo jiným rychle se množícím hmyzem. Schopnost viru proniknout do semene je specifická vlastnost určitého viru a semene. U stejného hostitele jeden virus může být semenem přenosný, jiný nikoliv. Některé viry jsou zase semenem přenosné jen u určitých hostitelů a u jiných nikoliv. Dosud přesně nevíme, proč viry, ač jsou třebas přítomné a snadno dokazatelné ve všech květních částech, se ve zralém semeni nevyskytují. Jednou z domněnek o příčinách tohoto jevu je, že virus je při dozrávání v embryu inaktivován adsorbcí na bílkoviny semene. Je také možné, že virus vůbec nemůže do embrya přejít, což by potvrzoval nález Sheffieldové (1936), že totiž nejsou plasmodesmální spoje mezi buňkami zárodku a buňkami ostatních pletiv semene. První domněnku o inaktivaci viru v zárodku při procesu dozrávání by potvrzovaly nálezy Stelznerovy (1942), který ze semen durmanu (*Datura* sp.) a brambor (*Solanum tuberosum* L.) nakažených virem X vypreparoval zárodky, v nichž pak bezpečně zjistil přítomnost viru X, pokud semeno nebylo úplně zralé. Z toho však nemůžeme usuzovat, že určité látky z rostlin, inaktivující virus „in vitro", jej mohou inaktivovat i „in vivo", poněvadž víme, že tyto látky v rostlinách život a pohyb viru nijak neomezují. Pokud jde o latentní viry, můžeme také předpokládat, že jsou přenosné semenem, neuvažujeme-li o jejich vzniku „de novo" nebo mutací (Smith 1951).

Přenos hmyzem

Přenášení virových chorob hmyzem se začalo studovat teprve na počátku tohoto století. Takata (1895) první poukázal na souvislost křísk a *Nephotettix apicalis* Motsch. var. *cincticeps* Uhl. s virovou zakrslostí rýže [*Oryza virus 1* (Fukushi) Smith], kterou přenáší. Viry v přírodě většinou rozšiřuje hmyz. U nás jsme v posledních letech svědky toho, že šíření některých nebezpečných virových chorob, způsobujících značné ztráty na sklizních, závisí na rozmnožení hmyzu a že s rozmnožením a přemnožením hmyzu, hlavně mšic nebo křísků, těsně souvisí i rozšíření virových chorob a jejich kalamitní výskyt (Kunkel 1946). V posledních letech to byly např. virové choroby řepy, hlavně žlouteŋka a mosaika, svinutka, čárkovitost a stolbur u brambor, stolbur u rajčat, některé virosy košťálové a jiné zeleniny, ale i rostlin okrasných. Jsou ovšem některé viry, a to i velmi rozšířené, u nichž se ještě nepodařilo zjistit hmyz, který by je přenášel. Jsou to hlavně virus mosaiky tabáku a virus X z brambor, oba velmi hojné a rozšířené po celém světě.

Mechanismus přenášení virových chorob hmyzem není ještě zcela vyjasněn. Je jisté, že nejde jen o mechanické přenášení nakažené šťávy na vnějších orgánech hmyzu. Kdyby tomu totiž tak bylo, musely by být snadno přenášeny, hlavně savým hmyzem, především vysokoinfekční viry, které jsou ve šťávě buněk ve vysoké koncentraci. Vidíme však, že např. i silně infekční viry, jako jsou virus mosaiky tabáku nebo virus X z brambor, se hmyzem přenést nepodařilo, i když se dělaly četné pokusy, při nichž se bodavé ústrojí savého hmyzu přímo potřísnilo čistým preparátem viru tabákové mosaiky nebo infikovanou šťávou (Bradley 1952).

Přenos virů savým hmyzem se děje tak, že hmyz musí na zdroji nákazy

nejdříve sát, aby se virus dostal do jeho těla, a teprve pak může sáním nakazit zdravou rostlinu.

Domněnky, že hmyz infikuje rostliny jiným způsobem, např. výkaly nebo poškozením epidermis, nebyly dosud potvrzeny. Ovšem u hmyzu s kousavým ústním ústrojím jsou výkaly po žíru na nakažených rostlinách infekční, obsahují virus, a jsou-li mechanicky vtírány na list, mohou způsobit infekci. Je-li tomu tak i v přírodě, nelze bezpečně říci (Smith 1939, Brčák 1955). Jako přenašeči virových chorob rostlin mají v přírodě největší význam druhy hmyzu se savým ústrojím, které také přenášejí většinu virů přenosných hmyzem.

Bylo pokusně dokázáno, že savý hmyz přenese virovou chorobu i tehdy, když pouze jeho savé ústní ústrojí přišlo do styku s nakaženou rostlinou (sálo na ní), aniž se jí dotkly ostatní části těla (Bawden 1950). Savý hmyz se může virem nakazit a nákazu přenést jen tehdy, když na rostlině saje.

Jsou zcela ojedinělé případy, že i hmyz s kousavým ústním ústrojím přenáší virové choroby; např. virovou žloutenku tuřínu, popsanou z Anglie, přenášejí dva druhy dřepčíků (*Phyllotretta atra* Fabr., *P. cruciferae* Goeze a *P. vittula* Redteub.), škvor (*Forficula auricularia* L.) a kobylka [*Corthippus* (*Stauroderus*) *bicolor* Charp.]. Žádný savý hmyz tuto chorobu nepřenáší. Tento velmi zajímavý virus žloutenky tuřínu se dokonce podařilo isolovat v čisté krystalické formě ze šťávy nemocných tuřínů (Markham a Smith 1949). Důvody, proč hmyz s kousavým ústním ústrojím většinou nepřenáší virové choroby, nejsou známy. Pravděpodobné je, že poškození rostliny hmyzem s kousavým ústním ústrojím je takové, že buňky pletiv na požerkové části ihned odumrou, takže se nemohou nakazit virem. Je jistě mnoho příčin, proč jsou rozdíly v přenášení některých virů jednotlivými druhy mšic nebo křísků a proč jsou některé druhy virů přenášeny jen určitými druhy hmyzu, kdežto jiné druhy je nepřenášejí, i když žijí na téže rostlině. Je tomu tak např. u mosaiky salátu, která není přenosná mšicí salátovou (*Nasonovia ribis-nigri* Mosl.), žijící na salátu. Většina virů je přenášena vždy hmyzem z určité čeledi a je jen málo virů, u nichž jsou známy přenašeči (vektoři) z několika čeledí hmyzu. Taková výjimka je u viru vřetenovitosti brambor [*Solanum virus 12* (Schultz a Fols) Smith], který je znám hlavně z USA a snad také ze Sovětského svazu (Balashev 1941) a který je přenášen některými kobylkami (*Tettigonioidea*), brouky (*Coleoptera*), plošticemi (*Heteroptera*) a mšicemi (*Aphidoidea*) (Schultz a Folsom 1923). Je to virus snadno mechanicky přenosný šťávou a pravděpodobně se dá snadno mechanicky přenést některými druhy vyjmenovaných skupin hmyzu.

Některé viry přenášené mšicemi přenáší velmi mnoho druhů mšic. Virová žloutenka, proužkovitost a zakrslost cibule [*Allium virus 1* (Melhus) Smith] je přenášena asi 50 druhy mšic (Drake a Harris Tate, 1932). Obyčejná virová mosaika celeru [*Apium virus 1* (Sev., Freit.) Smith] je přenášena 17 druhy mšic (Severin a Freitag 1938).

Přehled hmyzu, který přenáší virové choroby rostlin, je sestaven v tabulce 7 podle Heinze (1951) a Bawdena (1950) aj. Je z ní vidět, že některé viry mají značné množství přenašečů, kdežto jiné se naopak vyznačují velkou specifitou vektorů, jako např. svinutka brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith], která je přenášena asi 5 druhy

Tabulka 7

Přehled přenašečů a přenášených virových chorob

(doplněno podle Heinze a Bawdena aj. s názvoslovím podle Smitha, Holmese a Ryžkova)

Třída, čeleď a druh hmyzu	Přenáší tyto virové choroby
Orthoptera (Rovnokřídlí)	
Stauroderus (Chorthippus) bicolor Charp., saranče	Žlutá mosaika tuřínu (*Crystallococcus cruciferi* Ryžkov)
Melanoplus angustipennis Dolge *Melanoplus bivittatus* Say. *Leptophyes punctatissima* Bosc.	Vřetenovitost hlíz brambor [*Solanum virus 12* (Schultz et Fols) Smith], *Acrogenus solani* var. *vulgaris* Holmes
Dermaptera (Škvoři)	
Forficula auricularia L. (Škvor obecný)	Žlutá mosaika tuřínu (*Crystallococcus cruciferi* Ryžkov)
Thysanoptera (Třásněnky)	
Frankliniella insularis Frank. *Thrips tabaci* Lind. (třásněnka zahradní)	Bronzovitost rajčat [*Lycopersicum virus 3* (Brittl.) Smith], (*Lethum australiense* Holmes, *Thripsophilus lycopersici* Ryžkov)
Coleoptera (Brouci)	
Diabrotica soror Lec. *Diabrotica trivittata* Mann.	Prsténková mosaika melounu (*Marmor melonis* Holmes, *Aphidophilus cucurbitae* Ryžkov)
Phyllotretta cruciferae Goeze *Phyllotretta vittula* Redt.	Žlutá mosaika tuřínu (*Crystallococcus cruciferi* Ryžkov)
Phaedon cochleariae Fabr. (mandelinka řeřišnicová)	Žlutá mosaika tuřínu (*Crystallococcus cruciferi* Ryžkov)
Disonycha triangularis Say. *Systena elongata* F. *Systena taeniata* Say. *Epitrix cucumeris* Harr. *Leptinotarsa decemlineata* Say. (mandelinka bramborová)	Vřetenovitost hlíz brambor [*Solanum virus 12* (Schultz et Fols) Smith]; (*Acrogenus solani* var. *vulgaris* Holm.)
Heteroptera (Ploštice)	
Piesma quadrata Fieb. (sítěnka řepná)	Německá kadeřavka cukrovky [*Beta virus 3* (Wille) Smith]; (*Savoia betae* Holmes, *Piesmaphilus europaeus* Ryžkov)

Třída, čeleď a druh hmyzu	Přenáší tyto virové choroby
Piesma cinereum Say.	Americká kadeřavka cukrovky (*Savoia piesmae* Holmes), *Piesmaphilus americanus* Ryžkov
Homoptera (Stejnokřídlí)	
Fulguroidea (Svítilky)	
Peregrinus maidis Ashm.	Proužková mosaika kukuřice [*Zea virus 1* (Kunkel) Smith); (*Fractilinea zeae* Holmes)
Perkinsiella saccharicida Kirk.	Fidžská choroba cukrové třtiny [*Saccharum virus 2* (Kunkel) Smith]; (*Galla fijensis* Holmes)
Cicadoidea (Křísové)	
Aphrophora angulata Ball. *Aphrophora permutata* Uhl. *Clastoptera brunnea* Ball. *Philaenus leucophthalmus* L. a jeho 6 barevných variet *Philaenus spumarius* Fall. *Neocolla gothica* Sign. *Neocolla severini* Delong *Neocolla dolobrata* Ball. *Neocolla circellata* Baker *Neocolla confluens* Uhl. *Neocolla hieroglyphica* Say. *Carneocephala fulgida* Nott. *Carneocephala triguttata* Nott. *Draeculacephala minerva* Ball. *Cuerna occidentalis* Om. Beam. *Cuerna yuccae* Om. Beam. *Pagaronia triunata* Ball. *Pagaronia 13-punctata* Ball. *Pagaronia furcata* Oman *Pagaronia confusa* Oman *Friscanus friscanus* Ball. *Helochara delta* Oman *Horduia circellata* Baker	Piercova choroba révy vinné (*Morsus suffodiens* Holmes)
Aceratagallia sanguinolenta Prov. *Agallia constricta* Van Duzee *Agallia longula* Duz. *Agallia obscura* Duz. *Agalliopsis novella* Say.	Žlutá zakrslost brambor [*Solanum virus 16* (Barrus et Chupp) Smith]; (*Marmor vastans* Holmes, *Agalliaphilus tuberosi* Ryžkov)
Agallia quadripunctata Prov. *Agallia constricta* Van Duzee *Agalliopsis novella* Say.	Virus nádorovitosti jetele (*Aurogenus magnivena* Black)
Agalliana ensigera Oman	Argentinská vrcholková kadeřavka cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith]; (*Chlorogenus eutetticola* Holmes)

Třída, čeleď a druh hmyzu	Přenáší tyto virové choroby
Dalbulus maidis (De L. et a W.)	Virová zakrslost kukuřice
Dalbulus elimatus Ball.	
Cicadulina mbila Naudé	Proužkovitost kukuřice [*Zea virus 2* (Storey) Smith]; (*Fractilinea maidis* var. *sacchari* Holmes)
Draeculacephala portola Ball.	Chlorotická proužkovitost cukrové třtiny [*Saccharum virus 4* (Storey) Smith]; (*Fractilinea quarta* Holmes)
Scaphytopius acutus Say.	X-choroba broskvoní (*Carpophthora lacerans* Holmes)
Scaphytopius dubius Van Duzee	Metlovitost vojtěšky [*Medicago virus 4* (Edwards) Smith]; (*Chlorogenus medicaginis* Holmes)
Orosius argentatus Evans	
Scaphytopius magdalensis Prov.	Zakrslost borůvky (*Vaccinium australe* Small)
Scaphytopius verecundus Van Duzee	
Scaphitopius dubius Van Duzee	Žloutenka aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith]; (*Chlorogenus callistephi* Holmes, *Leptomotropus callistephi* Ryžkov)
Scaphytopius irroratus Van Duzee	
Macrosteles divisus Uhl.= M. *sexnotatus* Fall. = *Cicadula sexnotata* Fall. (křísek šestitečný)	
Macrosteles quadripunctulatus Kirsch.	
Texanus incurvatus Osb.	
Scleroracus vaccinii Van Duzee	Bezsemennost brusinek [*Vaccinium virus 1* (Dobr.) Smith]; (Chlorogenus *vaccinii* Holmes, *Leptomotropus vaccinii* Ryžkov)
Hyalestes obsoletus Sign. (Žilnatka vironosná)	Stolbur lilkovitých (*Leptomotropus kowacevski*)
Aphrodes bicinctus Schr. (Mokřatka polní)	
Aphrodes bicinctus Schr.	Evropská žloutenka aster
Macropsis trimacula Fitch.	Žloutenka broskvoní [*Prunus virus 1* (Kunkel) Smith]; (*Chlorogenus persicae* var. *vulgaris* Holmes)
Philaenus spumarius L.	
Philaenus leucophthalmus L.	
Eutettix phycitis Dis.	Malolistost lilku jedlého
Eutettix tenellus Baker = *Circulifer tenellus* Baker (křísek řepný)	Americká vrcholková kadeřavka cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith]; (*Chlorogenus eutetticola* Holmes)
Nephotettix apicalis Motsch. var. *cincticeps* Uhl.	Zakrslost rýže [*Oryza virus 1* (Fuk.) Smith]; (*Fractilinea oryzae* Holmes)
Thamnotettix argentata Evans	Žlutá zakrslost tabáku

Třída, čeleď a druh hmyzu	Přenáší tyto virové choroby
Psammotettix striatus L.	Ruská mosaika pšenice [*Triticum virus 8* (Sash. et Sitn.) Smith]; (*Fractilinea tritici Holmes, Graminevorus tritici* Ryžkov)
Aleurodidae (Molice)	
Bemisia gossypiperda M. a L. *Bemisia tabaci* Gen. *Bemisia nigeriensis* Corb. *Bemisia goldingi* Corb.	Mosaika manioky [*Manihot virus 1* (Dam.) Smith]; (*Ruga bemissiae* Holmes) Kadeřavka listů bavlníku [*Gossypium virus 1* (Farq.) Smith]; (*Ruga gossypii* Holmes) Africká kadeřavost tabáku [*Nicotiana virus 10* (Storey) Smith]; (*Ruga tabaci* Holmes)
Bemisia rhodesiaensis Corb.	Africká kadeřavka tabáku [*Nicotiana virus 10* (Storey) Smith]
Bemisia tabaci Gen.	Pestrobarevnost listů abutilonu [*Abutilon virus 1* (Baur) Smith]; (*Marmor abutilon* Holmes, *Photophilus elegans* Ryžkov)
Aphidoidea (Mšice)	
Acyrthosiphon pisum Harr. = *A. onobrychis* B. d. F. = *Macrosiphon pisi* Kalt. (Kyjatka hrachová)	Mosaika fazolí [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith]; (*Marmor phaseoli* Holmes, *Aphidophilus phaseoli* Ryžkov) Mosaika hrachu [*Pisum virus 1* (Osb.) Smith]; (*Marmor leguminosarum* Holmes, *Aphidophilus pisi* Ryžkov) Mosaika vojtěšky [*Medicago virus 1* (Weimer) Smith]; (*Marmor medicaginis* Holmes, *Crystallococcus medicaginis* Ryžkov) Mosaika narcisu [*Tulipa virus 1* (Caley) Smith]; (*Marmor tulipae* Holmes, *Aphidophilus tulipae* Ryžkov) Žlutá proužkovitost a zakrslost cibule [*Allium virus 1* (Melh.) Smith]; (*Marmor cepae* Holmes)
Nectarosiphon rubi Kalt.	Žlutá proužkovitost a zakrslost cibule [*Allium virus 1* (Melh.) Smith] Mosaika maliníku [*Rubus virus 1* a *2* Smith]; (*Marmor rubi* Holmes)
Sappaphis sensoriata Mason	Mosaika maliníku [*Rubus virus 1* a *2* Smith]; (*Marmor rubi* Holmes)

Třída, čeleď a druh hmyzu	Přenáší tyto virové choroby
Rhopalosiphon padi L.	Neštovice švestek — šarka [*Prunus virus 5* (Hutch.) Smith]; (*Marmor persicae* Holmes)
Aphis fabae Scop = *Doralis fabae* Scop. (Mšice maková)	Žloutenka řepy [*Beta virus 4* (Rol. et Quanj.) Smith]; (*Corium betae* Holmes) Mosaika řepy [*Beta virus 2* (Lind) Smith]; (*Marmor betae* Holmes, *Aphidophilus betae* Ryžkov) Mosaika okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith]; (*Marmor cucumeris* var. *vulgare* Holmes, *Aphidophilus cucumeris* Ryžkov) Obyčejná mosaika celeru [*Apium virus 1* (Sev. et Freit.) Smith]; (*Marmor umbeliferum* Holmes) Žlutá proužkovitost a zakrslost cibule [*Allium virus 1* (Melh.) Smith] Virus Y brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith]; (*Marmor ypsilon* Holmes, *Aphidophilus tuberosi* Ryžkov) Mosaika sóje [*Soja virus 1* (Gard. et Kendr.) Smith] Mosaika hrachu [*Pisum virus 1* (Osb.) Smith] Mosaika jiřin [*Dahlia virus 1* (Brand.) Smith]; (*Marmor dahliae* Holmes) Mosaika narcisu [*Tulipa virus 1* (Cal.) Smith] Mosaika tulipánu [*Tulipa virus 1* (Cal.) Smith] Leptavá mosaika tabáku [*Nicotiana virus 7* (Johns.) Smith]; (*Marmor erodens* Holmes)
Aphis gossypii Glov. = *Doralina gossypii* Glov.	Mosaika fazolí [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith] Mosaika květáku [*Brassica virus 3* (Tompk.) Smith]; (*Marmor cruciferarum* Holmes) Obyčejná mosaika celeru [*Apium virus 1* (Sev.) et Freit.) Smith] Žlutá proužkovitost a zakrslost cibule [*Allium virus 1* (Melh.) Smith] Mosaika vojtěšky [*Medicago virus 1* (Weim.) Smith]
Aphidula idaei v. d. Goot	Kadeřavka a zakrslost malin [*Rubus virus 3* (Melch. Ben.) Smith]; (*Corium rubi* var. *alpha* Holmes)
Doralida leguminosae Kalt.	Rosetka podzemnice olejné [*Arachis virus 1* (Zimm.) Smith]; (*Marmor arachidis* Holmes)

Třída, čeleď a druh hmyzu	Přenáší tyto virové choroby
Rhopalosiphon maidis Fitch. (Mšice kukuřičná)	Mosaika cukrové třtiny [*Saccharum virus 1* (Brandes) Smith]; (*Marmor sacchari* Holmes) Žlutá proužkovitost a zakrslost cibule [*Allium virus 1* (Melh.) Smith]
Yezabura marutae Oest.	Mosaika cinerarie (*Marmor senecionis* Holmes)
Aphidula nasturtii Kalt. (Mšice řešetláková)	Virus A brambor [*Solanum virus 3* (Murphy et Mc Kay) Smith] Virus Y brambor [*Solanum virus 2* (Ort.) Smith] Mosaika sóje [*Soja virus 1* (Gard. Kendr.) Smith] Mosaika okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] Leptavá mosaika tabáku [*Nicotiana virus 7* (John.) Smith]
Aulacortum circumflexus Buck. = *Neomyzus circumflexus* Buck. (Mšice skleníková)	Mosaika květáku [*Brassica virus 3* (Tomp.) Smith] Mosaika okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] Virus A brambor [*Solanum virus 3* (Murphy et Mc Kay) Smith] Virus Y brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] Svinutka brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith]; (*Corium solani* Holmes, *Quanjera tuberosi* Ryžkov) Leptavá mosaika tabáku [*Nicotiana virus 7* (John.) Smith] Mosaika sóje [*Soja virus 1* (Gard. et Kendr.) Smith]
Dysaulacorthum pseudosolani Theob. (Kyjatka zemáková)	Mosaika okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] Virus Y brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] Svinutka brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith] Leptavá mosaika tabáku [*Nicotiana virus 7* (John.) Smith] Mosaika sóje [*Soja virus 1* (Gard. et Kendr.) Smith]
Brevicoryne brassicae L. (Mšice zelná)	Mosaika květáku [*Brassica virus 3* (Tom) Smith] Mosaika a nekrosa zelí [*Brassica virus 1* Smith] Mosaika fazolí [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith] Mosaika tuřínu [*Brassica virus 4* (Clay.) Smith]; (*Marmor brassicae* Holmes)

Třída, čeleď a druh hmyzu	Přenáší tyto virové choroby
	Žlutá proužkovitost a zakrslost cibule [*Allium virus 1* (Melh.) Smith]
Hayhurstia atriplicis L.	Mosaika řepy [*Beta virus 2* (Lind) Smith]
Carolinaia setariae Thom.	Mosaika cukrové třtiny [*Saccharum virus 1* (*Brandes*) Smith]
Macrosiphon euphorbiae Thom = *M. solanifolii* Ash. = *M. gei* Koch (Kyjatka zahradní)	Mosaika okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith]
	Mosaika fazolí [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith]
	Žlutá proužkovitost a zakrslost cibule [*Allium virus 1* (Melh.) Smith]
	Virus A brambor [*Solanum virus 3* (Murphy et Mc Kay) Smith]
	Virus Y brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith]
	Svinutka brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith]
	Vřetenovitost hlíz brambor [*Solanum virus 12* (Schultz et Fols.) Smith]
	Leptavá mosaika tabáku [*Nicotiana virus 7* (Johns.) Smith]
	Mosaika hrachu [*Pisum virus 1* (Osb.) Smith]
	Mosaika narcisu [*Tulipa virus 1* (Caley) Smith]
Macrosiphon rosae L. (Kyjatka růžová)	Mosaika narcisu [*Tulipa virus* (Caley) Smith]
Rhopalomyzus ascalonicus Donc.	Mosaika okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith]
	Žloutenka smetánky [*Taraxacum virus 1* (Kas.) Smith]; (*Marmor taraxaci* Holmes)
	Žloutenka řepy [*Beta virus 4* (Rol. et Quanjer) Smith]
	Leptavá mosaika tabáku [*Nicotiana virus 7* (John.) Smith]
Myzus cerasi Fab.	Mosaika narcisu [*Tulipa virus 1* (Cal.) Smith]
Myzus ornatus Laing. (Mšice zdobená)	Žloutenka smetánky [*Taraxacum virus 1* (Kas.) Smith]
	Mosaika okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith]
	Virus Y brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith]
	Svinutka brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith]

Třída, čeleď a druh hmyzu	Přenáší tyto virové choroby
	Mosaika sóje [*Soja virus 1* (G. et K.) Smith] Mosaika květáku [*Brassica virus 3* (Tompk.) Smith]
Pentatrichopus fragariae Cock.	Virové choroby jahod [*Fragaria virus 1* (Plak.) Smith]; (*Marmor marginans* Holmes) [*Fragaria virus 2* (Zell.) Smith]; (*Marmor fragariae* Holmes) [*Fragaria virus 3* (Zell.) Smith]; (*Nanus fragariae* Holmes)
Myzodes persicae Sulz. (Mšice broskvoňová)	Virus A brambor [*Solanum virus 3* (Murphy) Smith] Virus Y brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] Svinutka brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith] Mosaika fazolí [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith] Mosaika květáku [*Brassica virus 3* (Tompk.) Smith] Mosaika a nekrosa zelí (*Brassica virus 1* Smith) Obyčejná mosaika celeru [*Apium virus 1* (Sev. et Freit.) Smith] Mosaika okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] Mosaika řepy [*Beta virus 2* (Lind) Smith] Žloutenka řepy [*Beta virus 4* (Rol. et Quanjer) Smith] Mosaika salátu (*Lactuca virus 1* (Jag.) Smith]; (*Marmor lactucae* Holmes) Mosaika jiřin [*Dahlia virus 1* (Brand.) Smith] Mosaika hrachu [*Pisum virus 1* (Osb.) Smith] Žlutá proužkovitost a zakrslost cibule [*Allium virus 1* (Melh.) Smith] Vřetenovitost hlíz brambor [*Solanum virus 12* (Sch. et Fols.) Smith] Mosaika sóje [*Soja virus 1* (G. et K.) Smith] Leptavá mosaika tabáku [*Nicotiana virus 7* (Johns.) Smith] a jiné
Lipaphis pseudobrassicae Dav.	Mozaika fazolí [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith] Mosaika květáku [*Brassica virus 3* (Tompk.) Smith] Žlutá proužkovitost a zakrslost cibule [*Allium virus 1* (Melh.) Smith]
Sappaphis malifoliae Fitch.	Mosaika narcisu [*Tulipa virus 1* (Cal.) Smith]

Třída, čeleď a druh hmyzu	Přenáší tyto virové choroby
Sappaphis tulipae Boyer	Pestrobarevnost tulipánu [*Tulipa virus 1* (Caley) Smith]
Coccoidea (červci)	
Ferrisia virgata Ckll.	Virus zduřelosti výhonků kakaovníku [*Theobroma virus 1* (Posnette) Smith]; (*Marmor theobromae* Holmes)
Pseudococcus citri Ris.	
Pseudococcus njalensis Laing.	
Pseudococcus hargreavesi Laing.	
Pseudococcus bukobensis Laing.	
Pseudococcus longispinus T.	
Pseudococcus celtis Strikl.	

V tabulce nejsou uvedeni všichni vektoři ani všechny virové choroby jimi přenášené; je jen orientační a udává nejdůležitější výčet přenašečů a viros.

mšic, mosaika řepy [*Beta virus 2* (Lind) Smith] 5 druhy mšic (Kvíčala 1947) apod. Virová žloutenka aster [*Calistephus virus 1* (Kunkel) Smith] má poměrně málo přenašečů a také u jejich jednotlivých kmenů je značná specifita vektorů, i když ne taková, jak se myslelo původně (Severin 1934, 1946).

Také u viru okurkové mosaiky [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] zjistil Semal (1956) kmen z chryzantém na celeru, který přenášela pouze *Myzodes persicae* Sulz., kdežto *Cerosipha gossypii* Glov. a *Myzus ascalonicus* Donc. jej nepřenášely, ač jsou obvyklými vektory jiných kmenů viru mosaiky okurek.

Stolbur lilkovitých rostlin je přenášen dvěma druhy křísků, žilnatkou vironosnou (*Hyalestes obsoletus* Sign.) a mokřatkou polní (*Aphrodes bicinctus* Schrank.) (Suchov a Vovk 1948, 1949, Valenta 1952, 1955, Brčák 1954). Na druhé straně mšice broskvoňová (*Myzodes persicae* Sulz.) přenáší přes 100 druhů virových chorob. Podobně úzká specialisace vektorů je u evropské (německé) kadeřavky řepy [*Beta virus 3* (Wille) Smith], která je přenášena pouze plošticí (sítěnkou) řepnou (*Piesma quadrata* Fieb.) (Wille 1928). Podobně je tomu i u některých kmenů viru žluté zakrslosti brambor [*Solanum virus 16* (Barrus et Chupp) Smith], popsaného z USA. Black (1940b, 1941a, b) popsal dva kmeny tohoto viru, z nichž jeden přenáší křísek *Aceratagallia sanguinolenta* Prov. a druhý křísek *Agallia constricta* Van Duzee. Mohou existovat také určité rasy některých druhů hmyzu přenášející viry, kdežto jiné rasy téhož druhu viry nepřenášejí. Tento případ zaznamenává Storey (1925, 1932, 1933) z jižní Afriky u křiska *Cicadulina mbila* Naudé a virové proužkovitosti kukuřice [*Zea virus 2* (Storey) Smith].

Kromě přenosu hmyzem jsou známé i ojedinělé případy přenosu virových chorob rostlin jinými živočichy, např. sviluškami a roztoči (*Acarina*) a beruškami (*Isopoda*); např. *Oniseus asellus* L. přenáší virus mosaiky okurek (Rainio 1941).

Neznáme dosud všechny vektory rostlinných virů; jsou zjišťováni a

experimentálně přezkušováni stále noví přenašeči, takže se právem můžeme domnívat, že i u virů, které jsou až dosud přenosné pouze roubováním nebo mechanickým očkováním šťávou, existují také přenašeči z řad živočichů, které se však dosud nepodařilo objevit. Nedávné práce ukázaly, že jistě bude mnoho vektorů mezi molicemi (*Aleurodidae*), třásněnkami (*Thysanoptera*) a hmyzem s kousavým ústním ústrojím. Nemůžeme také vyloučit některé roztoče (*Acarina*) a háďátka (*Nematoda*) jako možné vektory některých viros. Slimáci (*Limax maximus* L. a *Deroceras agreste* L.) podle pokusů Purdy-Beale (1928c) žírem nepřenášejí virus mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], ač v zažívacím traktu byly zjištěny zbytky listů, z nichž byl virus tabákové mosaiky isolován.

Obtíže při zjišťování nových přenašečů mohou být také v tom, že některé druhy živočichů jsou schopny přenášet virové choroby třebas jen v určité vývojové fázi svého života, nebo dokonce nakazit se virem jen v určité fázi života a nákazu přenášet až v dalším vývojovém stadiu, jako např. třásněnky přenášející virus bronzovitosti rajčat (Spotted wilt). Je také možné, že k přenosu určitým hmyzem je třeba určitých podmínek, které jsou ve volné přírodě jen někdy splněny a v laboratorních podmínkách je neumíme prozatím napodobit vůbec. (O vlivu podmínek prostředí a také stavu hmyzu pojednáme v další kapitole o vzájemných vztazích vektorů a virů.) Víme, že molice (*Bemisia tabaci* Gen. a *B. nigeriensis* Corb.), která přenáší mosaiku tropické rostliny manioky [*Manihot virus 1* (Dammer) Smith], žije na starších listech těchto rostlin a může se na nich tímto virem nakazit, ale nákazu může přenést jen na listy mladé (Storey a Nichols 1938); rozhoduje tu stav hostitelské rostliny. V některých případech určitý vektor snadno přenáší týž virus jen z jednoho nebo několika určitých druhů rostlin, ale nikoliv z jiných druhů rostlin. Také rozdíly v koncentraci viru v rostlinné šťávě ovlivňují schopnost vektora virus přenášet. Virová žloutenka smetánky [*Taraxaccum virus 1* (Kassanis) Smith] je snadno přenosná mšicí zdobenou (*Myzus ornatus* Laing.) ze salátu na salát, ale obtížně se přenáší z pampelišky na pampelišku nebo na salát.

Jsou také zaznamenány případy, že vektor přenáší určitý virus jen tehdy, je-li v rostlině přítomen ve směsi s jiným virem přenosným týmž vektorem; např. bramborový virus F [*Solanum virus 8* (Clinch et al.) Smith] se přenáší mšicí broskvoňovou (*Myzodes persicae* Sulz.) jen tehdy, je-li v rostlině současně přítomen virus A [*Solanum virus 3* (Murphy a McKay Smith] (Clinch, Loughname a Murphy 1936). Jiný příklad byl zjištěn u komplexní virové choroby tabáku zvané rosetka tabáku, která je vyvolána dvěma viry (Smith 1945); jeden způsobuje znetvoření nervů a druhý mramorovitost listů a navzájem se liší způsobem přenosu. První je přenosný mšicí broskvoňovou, ne však mechanickým očkováním šťávou, druhý je naopak přenosný mechanickým očkováním šťávou a mšicí broskvoňovou jen tehdy, je-li v rostlině současně přítomen i první virus znetvořující nervy. Sají-li mšice na tabáku, který má příznaky rosetky a jsou-li pak v určitých časových intervalech přeneseny na zdravé rostliny, mohou některé rostliny nakazit buď oběma viry, rostlina má pak příznaky rosetky, nebo jen jedním nebo druhým z nich samostatně. Rostliny mohou pak mít příznaky buď znetvoření nervů nebo mramorovitosti listů nebo rosetky. Sají-li ovšem mšice na rostlinách, které mají

jen příznaky mramorovitosti, nepřenesou pak tento virus na zdravé testovní rostliny (Smith 1945). V jiném případě mohou určité druhy mšic z virového komplexu, který je složen ze dvou virů, jež jsou jiným druhem mšic přenášeny současně, přenést selektivně jen jeden virus. Je to zaznamenáno u virové mosaiky květáku, která je komplexního původu a je způsobena dvěma viry, virem nervové mosaiky květáku [*Brassica virus 3* (Tompk.) Smith] a virem mosaiky a nekrosy zelí (*Brassica virus 1* Smith). Oba viry snadno přenáší mšice zelná (*Brevicoryne brassicae* L.) i v komplexu, kdežto mšice zdobená (*Myzus ornatus* Laing.) přenáší na zdravé rostliny pouze virus nervové mosaiky (Kvíčala 1945, 1948a).

K otázce, proč u některých virů, které jsou snadno přenosné hmyzem, dosud selhává mechanický přenos šťávou, je mnoho výkladů: Virus je ve šťávě buněčné v příliš malé koncentraci, aby mohl být přenesen, nebo je ve vytlačené šťávě rychle inaktivován, kdežto v těle hmyzu nepodléhá inaktivaci, nebo také ve vytlačené šťávě jsou přítomny látky, které znemožňují infekci (Carter 1941). Je také možné, že se při mechanickém očkování virus nedostane do těch pletiv, která jsou vhodná pro jeho rozmnožování a pohyb; jde hlavně o viry, které jsou lokalisovány v lýku nebo ve dřevě. Piercova choroba révy vinné v USA je lokalisována ve dřevě a je přenosná druhy křísků a pěnodějek, které sají ve dřevě (Winkler 1949, Delong a Severin 1949, 1950, Severin 1949). Sem také patří v lýku lokalisovaný virus americké kadeřavky cukrovky, svinutka brambor a mnoho jiných. Ovšem vcelku se počet virů přenosných jen hmyzem stále zmenšuje novými objevy, např. virová žloutenka řepy, až do nedávna přenosná jen mšicemi, se dá přenést i mechanickým očkováním šťávou, jak už o tom byla zmínka.

Ve volné přírodě je šíření virů přenosných hmyzem různé a závisí hlavně na vývojovém cyklu vektorů. Některé viry přenosné mšicemi se šíří rychle, např. viry brambor. Mezi jednotlivými druhy mšic jsou určité rozdíly v účinnosti přenášení jednotlivých virů, ačkoliv v experimentálních pracích jsou tyto druhy mšic uváděny jako stejně účinní přenašeči. *Myzodes persicae* Sulz. je v přírodě daleko účinnějším vektorem virů brambor než mšice řešetláková (*Aphidula nasturtii* Kalt.) nebo mšice bobová (*Doralis fabae* Scop.), které, zvláště mšice řešetláková, mohou být v bramborových porostech hojnější než mšice broskvoňová. Zde rozhoduje migrační schopnost, která je u mšice broskvoňové velmi značná, takže v přírodě při přenášení celé řady nebezpečných virových chorob má tento druh přední význam, i když jej v porostech nenacházíme ve zvlášť velkém množství.

U virových chorob řepy, žloutenky a mosaiky je podle přesných popisů nejúčinnějším přenašečem mšice broskvoňová, ale v přírodě má při přenášení těchto viros rozhodující význam mšice maková; podle přesných pokusů je sice ze všech dosud známých mšic — vektorů těchto virů nejméně účinným přenašečem, ale její masové rozšíření a velká populační schopnost podporují šíření viros (Watson 1946, Kvíčala 1947, Drachovská 1950).

Zdá se pravděpodobné, že velká většina přenosů virů v přírodě se děje okřídlenými mšicemi, kdežto bezkřídlé generace, ač jsou velmi početné a značně přímo poškozují rostliny a ve skleníkových testech jsou také účinnými přenašeči, nemají pro přenos virů v přírodě tak velký význam. Bylo prokázáno i u virů brambor (Doncaster a Gregory 1948), že

není přímá korelace mezi množstvím mšic v bramborových porostech a šířením virových chorob. Na šíření viros v bramborách mají vliv ještě jiné příčiny, které se různí podle oblastí. Počasí v době první okřídlené generace mšic, doba, kdy první migranti nalétnou do kultur, vývojový stav kultury a množství rostlin napadených virosami v té době jsou asi tak hlavní příčiny. Šíření stolburu v porostech brambor a rajčat závisí na populaci křísa žilnatky vironosné (*Hyalestes obsoletus* Sign.), jejíž rozvoj nastává až v červenci a srpnu, kdy dokončuje vývoj na rezervoárové rostlině stolburu svlačci rolním (*Convolvulus arvensis* L.) a migruje na jiné rostliny. Z tohoto důvodu se příznaky stolburu na rajčatech u nás objevují až pozdě v létě, koncem srpna a v září, a na bramborech se příznaky často na nati ani neprojeví (Bojňanský 1954, Bojňanský a Blattný 1953a, b). Vnější podmínky mají tedy pro šíření virů hmyzem značný, ba rozhodující význam. Viděli jsme to v posledních letech, kdy např. rozvoj stolburu byl nepatrný, kdežto rozvoj viros řepy značný.

V tabulce 7 jsou pak uvedeni přenašeči — vektoři — a příklady některých virů, které přenášejí. U některých vektorů překvapí značný počet přenášených virů, např. u mšice broskvoňové (*M. persicae* Sulz.). Tento jev je možná jen náhodný, způsobený také tím, že tato mšice se velmi snadno chová po celý rok bez přerušení a velmi dobře se s ní experimentálně pracuje, takže je nejčastěji používána jako vektor pro různé viry. Je to mšice polyfágní, proto má také velký význam v zemědělské praxi jako vektor nebezpečných virových chorob zemědělských plodin. Z ostatního savého hmyzu převládají jako vektoři křísové (*Cicadoidea*). Tyto dvě skupiny hmyzu, mšice a křísové, jsou nejčastějšími vektory viros. Ovšem vektory mohou být i četné jiné skupiny (Blattný 1955b).

Přenášení virových chorob kokoticí

Přenášení virů kokoticí (*Cuscuta* sp.) je zajímavý způsob přenosu, který se podobá roubování, a může mít velký význam při studiu některých virů, jež se dosud nepodařilo přenést na určité hostitele.

Po prvé publikovali práce o kokotici jako přenašeči virů Bennett (1940) a Johnson F. (1941). Köhler a Klinkowski (1954) udávají, že již v roce 1934 s kokoticí jako přenašečem virů pracoval Güssov. Bawden (1950) píše, že již v roce 1937 s ní experimentoval při přenášení viros Mac Leod v Cambridge.

Bennett (1940) první přenesl virus vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith] a virus mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] kokoticí. Metodika přenosu je docela jednoduchá. Kokotice se nechá vyrůst a usadit na nakažené rostlině a pak se její výhonky spojí se zdravými rostlinkami, kde se uchytí a přenesou virus. Bennett zjistil, že *Cuscuta californica* Choisy přenáší virus mosaiky okurek až z 90 % a *C. subinclusa* Dur. et Hilg. vrcholkovou kadeřavku cukrovky z 2—5 %.

Velkou předností kokotice je, že se jí dají spojovat i rostliny příbuzensky velmi vzdálené, které se nedají vzájemně roubovat, a tím se také dají přenášet na tyto rostliny různé viry jinak na ně nepřenosné. Zvláště můžeme tak přenášet různé viry z dřevin na byliny a naopak.

Postupem doby se také experimentální práce s kokoticí a viry zlepšovala

a zdokonalovala. Vlákna kokotice se nařezala na kousky 10—20 cm dlouhé, natočila na rostliny a spodní konec vlákna se ponořil do malé zkumavky s vodou, která se na rostlinu připevnila. Kokotice se velmi dobře uchytila. Tak lze rozmnožovat jak vlákna kokotice zdravé, tak i vlákna kokotice z nakažených rostlin, které potom přenesou nákazu na sérii zdravých rostlin (Costa 1944, Bennett 1944a).

Při studiu přenášení virů kokoticí Bennett (1944b) zjistil, že např. *C. californica* Choisy, která nejevila žádné chorobné příznaky a rostla na úplně zdravých rostlinách a keřích ve volné přírodě, byla utajeným nositelem určitého viru, který nazval latentním virem kokotice; tento virus způsoboval vážné onemocnění na cukrovce, bramborách a jiných rostlinách, když na nich potom kokotice parasitovala. Příznaky se lišily od příznaků, které na těchto rostlinách vyvolávaly dosud známé viry. F. Johnson (1941) používal ke svým experimentálním pracím *Cuscuta campestris* Yunck., druh, který se vyskytuje také u nás. Podařilo se mu tak přenést viry žloutenky aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith], zakrslosti rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith), mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], okurkové mosaiky [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith], americké, kalifornské vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith]. U nás experimentovali s kokoticí Mišiga a Valenta (1957) a podařilo se jim přenést i stolbur rajčat.

Kokotice je nejúspěšnějším přenašečem tehdy, když je k viru sama náchylná a onemocněni se u ní projeví systemickou infekcí. Výjimku prozatím činí virus mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], který není u kokotice systemický, ale kokotice jej přece přenáší z rostliny na rostlinu. Děje se tak pravděpodobně jen vodivými drahami, buňkami lýka a dřeva, aniž se virus dostane do ostatních buněk kokotice.

Z četných druhů kokotice byli jako přenašeči dosud přezkoušeni a potvrzeni: *C. americana* L., *C. californica* Choi., *C. campestris* Yunck., *C. sandwichiana* D. et Hg., *C. subinclusa* Dur. et Hilg., *C. australis* R. Br. Nejvhodnější z nich je *C. campestris* Yunck., která parasituje na více než 100 druzích rostlin. Thung a Hadiwidjaja T. (1950) pracovali s *C. australis* R. Br. a úspěšně jí přenesli virus metlovitosti tropické rostliny *Crotalaria* a žlutozelenou nervovou mosaiku na *Ageratum conycoides* L. Pohyb viru v kokotici je stejný jako u ostatních rostlin, a to z buňky místa vstupu do sousedních buněk, pak do svazků cévních a odtud proudem asimilačních látek po celé rostlině. Kunkel (1943b) zdůrazňuje, že právě kokotici se dají některé viry přenést na takové hostitele, na nichž se lépe studují, ale na nichž se v přírodě normálně nevyskytují. Podařilo se kokoticí ladní (*C. campestris* Yunck. = *arvensis* R. Br.) přenést virus bezsemennosti brusinek [*Vaccinium virus 1* (Dobrot.) Smith], který se v přírodě vyskytuje jen na *Vaccinium macrocarpon* Ait, na 28 druhů rostlin z 10 různých čeledí včetně tabáku a rajčete (Kunkel 1945). Pro studium této virosy to má velký význam. I metlovitost brambor [*Solanum virus 15* (Hungerf. et Dana) Smith], která byla dříve v USA přísně specifická na lilkovitých, se podařilo kokoticí přenést na rajče a *Vinca rosea* L., podobně i rosetku (růžicovitost) broskvoní [*Prunus virus 2* (McClintock) Smith].

Existuje také určitá specialisace při přenášení virů různými druhy ko-

kotic. *C. campestris* Yunck přenáší velké množství virů, ale nepřenáší virus leptavé mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 7* (Johnson) Smith], který není rovněž přenosný ani *C. subinclusa* Dur. et Hilg. *C. californica* Choisy na rozdíl od nich přenáší virus leptavé mosaiky tabáku na 100 % (Bennett 1944a).

Kokotice může být také selektivním přenašečem; z komplexu virů na hostitelské rostlině přenese na druhou rostlinu jen některé z nich. Virus vniká z hostitelské rostliny do kokotice a odtud zase do nového hostitele tak, že buňky haustorií kokotice pronikající do buněk hostitelské rostliny, přijdou do styku s částicemi plasmy, s protoplasty a ostatními a získávají tak i virové částice, které rovněž tímto způsobem potom předávají dále do jiné rostliny.

Šťáva z kokotice má inhibiční vliv na četné druhy virů in vitro a v tomto účinku jsou dokonce druhové rozdíly mezi jednotlivými druhy kokotic. Tak např. šťáva *Cuscuta subinclusa* Dur. et Hilg. nemá prakticky žádný inhibiční účinek na viry in vitro. Šťáva z *C. campestris* Yunck inhibuje zase in vitro celou řadu virů — virus X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith], virus Y [*S. virus 2* (Orton) Smith] z brambor, virus mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith], virus bronzovitosti rajčat [*Lycopersicum virus 3* (Brittlebank) Smith] aj. — na testujících rostlinách, kde tyto viry způsobují lokální nekrotické lese. Šťáva z květních partií kokotic má silnější inhibiční účinek než šťáva ze stonků. Schmelzer (1956a) pracoval s 13 různými viry a 9 druhy kokotic a zjistil, že některé kokotice velmi dobře přenášejí velmi mnoho virů, jiné zase ne. Některé kokotice se virem nakazí, ale nepřenesou jej nebo jen nesnadno, např. virus žloutenky řepy [*Beta virus 4* (Rol. et Quanjer) Smith]. Virus mosaiky bobu nepřenáší žádná ze zkoumaných kokotic. Virus Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] z brambor se kokoticemi nepřenáší. Virus X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] přenáší jen velmi slabě *C. epilinum* Weihe. Virus leptavé mosaiky tabáku přenáší pouze *C. lupuliformis Krock.* Virus mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] přenášejí slabě některé druhy kokotic (Schmelzer 1956b). Také některé virosy chryzantém se dají přenést kokoticí (Brierley a Smith 1957).

Pokusy o přenesení viros jinými parasitními rostlinami se dosud nezdařily. Také se nezdařily pokusy o přenos nižšími parasitními rostlinami (Johnson a Jones 1943).

VZTAHY MEZI VIRY A JEJICH PŘENAŠEČI

Velké množství virů, také rostlinných, se přenáší hmyzem, a proto od počátku poznání rostlinných viros byla věnována značná pozornost studiu hmyzu (vektorů - přenašečů), který tyto choroby přenáší, a má proto i velký hospodářský význam. Při studiu vektorů rostlinných virů se také poznalo, že podle způsobu přenosnosti hmyzem rozlišujeme při nejmenším dvě skupiny virů. Je velmi pravděpodobné, že ještě v těchto dvou zřetelných skupinách jsou určité podskupiny a že je možná ještě další diferenciace. Rozdíly mezi těmito dvěma skupinami jsou pravděpodobně působeny vlastnostmi virů a nikoliv vlastnostmi hmyzu, který je přenáší, ač i ty v některých případech působí. Na příklad mšice broskvoňová (*Myzodes*

persicae Sulz.) přenáší různé druhy virů různě, ale týž virus přenáší způsobem, kterým jej přenášejí také ostatní druhy mšic, pokud jsou známé.

Tyto dvě skupiny virů se od sebe v základě liší délkou doby, kterou potřebuje mšice nebo jiný hmyz (vektor) sající na zdroji nákazy k tomu, aby se nakazil, a délkou doby, po kterou si tuto nakažlivost uchovává.

U přenašečů první skupiny virů se hmyz po určité, a to někdy i velmi krátké (několik vteřin) době sání na zdroji nákazy nakazí, ale nemůže nákazu ihned přenést na zdravou rostlinu. Vektoři - přenašeči této skupiny virů, kteří se jednou nakazili, si podrží nakažlivost po dlouhou dobu, obvykle do konce života (Kvíčala 1948b).

Přenašeči druhé skupiny virů se také nakazí po krátkém sání na nemocné rostlině, ale mohou nákazu ihned přenést na rostlinu zdravou; po krátké době sání na zdravé rostlině nebo za krátkou dobu, obvykle několik hodin, po opuštění zdroje nákazy však nakažlivost ztrácejí. Doba, po kterou si nakažlivost uchovávají, je různá a kolísá podle druhu viru od jedné hodiny do několika hodin, obvykle však nepřesáhne jeden den. Toto zjištění bylo potvrzeno četnými badateli z různých světadílů (Smith 1931a, 1933, Elze 1931, Storey 1933, 1939a, Kunkel 1933, Ryžkov 1943). Názory na vysvětlení tohoto jevu se liší. Smith (1939) rozeznává podle vztahu vektorů k virům sedm skupin virů: 1. viry, které se množí v těle vektora, 2. viry, které vytrvávají v těle vektora dlouhou dobu, 3. viry, které vytrvávají v těle vektora dlouhou dobu, ale jsou jím přenášeny jen v určitých intervalech, 4. viry, které jsou v těle vektora pravděpodobně zažíváním brzo zničeny, 5. viry, které setrvávají v těle vektora, ale nemohou jím být přeneseny, 6. viry, které jsou hmyzem přenášeny jen mechanicky na potřísněných vnějších částech ústních ústrojí, 7. viry, které nemají žádný vztah k hmyzu.

Pokud jde o rozlišení na dvě základní skupiny virů, můžeme zhruba říci, že viry první skupiny mají určitý specifický vztah k hmyzu, který je přenáší: buď se v těle hmyzu rozmnožují, nebo v něm prodělávají určitý vývoj. Viry druhé skupiny jsou pak podle názorů starších badatelů přenášeny čistě mechanicky sacím ústrojím hmyzu (Hoggan 1929, 1930, 1931, 1934, Kunkel 1934a aj.). Dnes ovšem tento názor již neobstojí, poněvadž četné experimentální práce popírají, že by viry druhé skupiny byly přenášeny pouze mechanicky (Watson a Roberts 1940, Kvíčala 1945 a jiní). Rozlišení na viry přenášené hmyzem biologicky a mechanicky je neudržitelné, ač názor, že nepersistentní viry se hmyzem přenášejí mechanickou cestou, nebyl ani v dnešní době opuštěn. Práce van Hoofovy (1957a) o elektronomikroskopickém pozorování jemné struktury povrchu bodavého ústrojí (styletu) mšic, ukazují, že na povrchu tohoto ústrojí lpí částice takových virů. U obou těchto skupin virů jsou ovšem velké rozdíly v tom, jak dojde k infekci, jak dlouhé doby je potřebí, aby se hmyz nakazil, a jak dlouhá doba uplyne, než hmyz může nákazu přenést. Termín inkubační doba, kterého se používalo k označení doby potřebné k tomu, aby hmyz po sání na zdroji nákazy byl schopen přenášet nákazu, je dnes nahrazován výrazem doba latentní; tím zřetelně naznačujeme, že tu jde o určitý interval času potřebný k tomu, aby hmyz, který sál na rostlině nemocné virem, mohl tuto nákazu přenést. Simons a Sylvester (1953), kteří studovali vztahy mšic a viru mosaiky a nekrosy zelí (*Brassica virus 1* Smith), se snažili blíže vyjádřit vztahy mezi virem

a mšicí použitím vhodných výrazů. Minimální dobu sání potřebnou k tomu, aby se vektor na zdroji nákazy nakazil, nazvali dobou potřebnou k získání počáteční infekce. Dobu sání na zdroji nákazy označují jako dobu pro získání infekce místo dosavadního výrazu doba infekčního sání. Dobu sání nakažených vektorů na zdravých rostlinách nazývají dobou sání na testovních rostlinách. Oba autoři ve své práci připouštějí, že jsou rozdíly v účinnosti přenášení různých virů týmž druhem hmyzu, které mohou být způsobeny vztahem hostitelských rostlin k určitým vektorům (Sylvester a Simons 1951).

Viry s latentní dobou v těle hmyzu

Storey (1932, 1939 b) použil délky latentní doby viru v hmyzu také k rozdělení virů do dvou skupin: 1. přenos hmyzem je negativní na prvním hostiteli a positivní na dalším hostiteli, 2. přenos hmyzem positivní na prvním hostiteli a negativní na dalším hostiteli. Ani toto rozdělení není přesné, poněvadž mnoho prací ukázalo, že i u virů, které Storey řadil do druhé skupiny, se zdařil přenos i na další hostitele, jestliže byla vhodně zkrácena doba sání na jednotlivých testovacích rostlinách jdoucích po sobě (Kassanis 1941, Kvíčala 1945, 1947, 1949 b). Podobně prodloužením doby sání na prvním hostiteli bylo dosaženo infekce i u virů, které Storey řadil do první skupiny.

Watson a Roberts (1939, 1940) použili jako base pro dělení virů doby, po kterou hmyz zůstává nakažlivým. Viry, které v těle přenašeče brzy ztrácejí nakažlivost, nazývají viry nestálými — nepersistentními. Viry, kterými hmyz zůstane nakažen delší dobu, jmenují viry stálými — persistentními. Ani toto rozdělení není nejsprávnější, poněvadž ztráta nakažlivosti nebo i podržení nakažlivé schopnosti hmyzu záleží na tom, za jakých podmínek je hmyz po nakažlivém sání chován, a byly tu zjištěny značné rozdíly (Watsonová 1946, Kvíčala 1948 c, Sylvester 1952). Watsonová se domnívá, že by bylo vhodnější rozlišovat viry podle toho, jak reagují, jestliže mšice před infekčním sáním hladovějí. I tato reakce se ovšem značně liší podle druhu studovaného viru (Sylvester 1950b, 1953a); u stejného druhu viru a dvou různých vektorů může být různá reakce na hladovění (van Hoof 1954). Většina nestálých virů je tedy lépe přenášena hmyzem, který před sáním na zdroji nákazy několik hodin hladoví, a pak saje na zdroji nákazy jen velmi krátce, několik minut. Naopak u stálých virů je větší pravděpodobnost, že se hmyz virem nakazí, saje-li na zdroji nákazy dlouhou dobu, několik hodin. Jsou však ještě také některé rozdíly i u nestálých virů, např. virus žloutenky smetánky (*Taraxacum virus 1* Kassanis), ač patří mezi viry nestálé, není mšicemi přenášen po krátké době sání na zdroji nákazy (Kassanis 1947), podobně i virus zduřelosti výhonků kakaovníku (Posnette 1940, Posnette a Todd 1951).

Třídění virů podle jejich chování v těle vektorů na stálé a nestálé prozatím ještě zhruba vyhovuje, i když u stálých virů můžeme mít i několik skupin, např. stálé viry, které se v těle vektora rozmnožují, a stálé viry, které se v těle vektora jen uchovávají bez dalšího rozmnožování. Některé viry, které si udržují nakažlivou schopnost v těle hmyzu delší dobu, jsou uvedeny v tabulce 8 podle Bawdena (1950).

Tabulka 8

Některé příklady virů, které podržují nakažlivost v těle svého přenašeče delší dobu nebo mají inkubační (latentní) dobu u hmyzu, který je přenáší

(podle Bawdena)

Jméno viru	Přenašeč	Délka latentní doby	Poznámka
Virus žloutenky aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith]; (*Chlorogenus callistephi* Holmes, *Leptomotrophus callistephi* Ryžkov)	*Macrosteles sexnotatus* Fall.	10 dní	Kunkel 1926
Virus zakrslosti kukuřice	*Dalbulus maidis* DeL. et W.	16 dní	Kunkel 1946
Virus proužkové mosaiky kukuřice [*Zea virus 1* (Storey) Smith]; (*Fractilinea zeae* Holmes)	*Peregrinus maidis* Ashm.	4 dny	Carter 1941
Virus mosaiky hrachu s enacemi [*Pisum virus 1* (Osborn) Smith]; (*Marmor leguminosarum* Holmes, *Aphidophilus pisi* Ryžkov)	*Myzodes persicae* Sulz.	12 hodin	Osborn 1938
Virus kadeřavky bavlníku [*Gossypium virus 1* (Farq.) Smith]; (*Ruga gossypii* Holmes)	*Bemisis gossypiperda* M. a L.	6 hodin	Kirkpatrik 1931
Virus proužkovitosti kukuřice [*Zea virus 2* (Storey) Smith]; (*Fractilinea maidis* var. *sacchari* Holmes)	*Cicadulina mbila* Naudé	6 hodin	Storey 1928
Virus žloutenky broskvoní [*Prunus virus 1* (Kunkel) Smith; (*Chlorogenus persicae* var. *vulgaris* Holmes)	*Macropsis trimaculata* Fitch.	8 dní	Hartzell 1936
Virus Piercovy choroby révy vinné (*Morsus suffodiens* Holmes)	*Draeculacephala minerva* Ball.	3—4 dny	Hewitt a spol. 1946
Virus svinutky brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith]; (*Corium solani* Holmes, *Quanjera tuberosi* Ryžkov)	*Myzodes persicae* Sulz.	24 hodin	Smith 1929
Virus žluté zakrslosti brambor [*Solanum virus 16* (Barr. et Chupp.) Smith]; (*Marmor vastans* Holmes, *Agalliaphilus tuberosi* Ryžkov)	*Aceratagallia sanguinolenta* Prov.	9 dní	Black 1938

Jméno viru	Přenašeč	Délka latentní doby	Poznámka
Virus zakrslosti rýže [*Oryza virus 1* (Fuk.) Smith]; (*Fractilinea oryzae* Holmes)	*Nephotettix apicalis* Motsch. var. *cincticeps* Uhl.	3 dny	Fukushi 1933
Virus okrajové žloutenky jahodníku [*Fragaria virus 1* (Plak.) Smith]; (*Marmor marginans* Holmes)	*Pentatrichopus fragariae* Cock.	1 den	Prentice 1946
Americká vrcholková kadeřavka cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith] (*Chlorogenus eutetticola* Holmes)	*Eutettix tenellus* Baker	4 hodiny	Severin 1921
Virus žloutenky cukrovky [*Beta virus 4* (Rol. et Quanj.) Smith]; (*Corium betae* Holmes)	*Myzodes persicae* Sulz.	30 minut	Watson 1940
Virus rosetky tabáku	*Myzodes persicae* Sulz.	méně než 1 den	Smith 1946c
Virus bronzovitosti rajčat [*Lycopersicum virus 3* (Brittl.) Smith]; (*Lethum australiense* Holmes, *Thripsophilus lycopersici* Ryžkov)	*Frankliniella insularis* Frank.	5 dní	Bald a Samuel 1931
Virus žloutenky tuřínu (*Crystallococcus cruciferi* Ryžkov)	*Phaedon cochleariae* F.	24 hodin	Markham a Smith 1949
Stolbur lilkovitých (*Leptomotropus kowacevski anus* Ryžkov)	*Hyalestes obsoletus* Sign.	1 den	Suchov a Vovk 1949

Viry uvedené v tabulce 5 nejsou navzájem nijak příbuzné a také se od sebe značně liší délkou latentní doby viru v těle hmyzu od několika minut — např. žloutenka cukrovky [*Beta virus 4* (Rol. et Quanjer) Smith] — 30 min. — až do několika dní — např. zakrslost kukuřice [*Zea virus 1* (Kunkel) Smith] 16 dní. Většina z nich není mechanickým očkováním šťávou přenosná a až do nedávné doby nebyl žádný z nich přenesen mechanicky šťávou (Kassanis 1949b). Proč tomu tak je, dosud u velké většiny virů dobře nevíme. Pravděpodobně to souvisí s koncentrací viru v buněčné šťávě.

Stálé a nestálé viry

Smith a Lea (1946) se domnívají, že hlavní rozdíl mezi stálými a nestálými viry je vysvětlitelný na základě různé koncentrace viru ve šťávě buněk a různého stupně inaktivace viru v těle hmyzu. Ovšem tato vysvětlení nejsou vždy pro všechny viry a všechny vektory stejně platná. Zdá

se, že tvrzení, že viry nesnadno přenosné mechanickým očkováním šťávou mohou infikovat rostliny, jen když se virus dostane do určitých pletiv; tak tomu je při přenosu určitým druhem hmyzu, který virus vpraví do hlubších partií pletiv rostlin, kde je tento virus také většinou lokalisován. Např. u vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith] jsou lýkové partie pletiv nekrotické a virus se vyskytuje v těchto částech pletiv více než v jiných. Storey (1938) zjistil u virové proužkovitosti kukuřice [*Zea virus 2* (Storey) Smith], že vektor, křísek *Cicadulina mbila* Naudé, ačkoliv se může nakazit i z povrchových partií parenchymatických pletiv, může infikovat zdravé rostliny jen tehdy, když pronikne sosákem až do lýkových pletiv. Naopak u Piercovy choroby révy vinné je virus převážně lokalisován v dřevní části svazků cévních, a proto tuto chorobu přenášejí jen ty druhy hmyzu (křískové a pěnodějky), které sají ponejvíce v dřevních partiích (Houston, Essauová, Hewitt 1947).

Inhibice virů v těle hmyzu

Jiné možné vysvětlení skutečnosti, že některé viry přenosné hmyzem nejsou přenosné mechanickým očkováním šťávou, je, že tyto viry nejsou stabilní ve vytlačené šťávě a jsou hned po vytlačení z pletiv nemocných rostlin inaktivovány; jsou-li však nasáty hmyzem, jsou před inaktivací chráněny. Např. virus bronzovitosti rajčat [*Lycopersicum virus 3* (Brittl.) Smith], který je in vitro v surové šťávě rychle inaktivován, a proto šťávou jen obtížně přenosný, je velmi stálý v třásněnkách, které jej přenášejí. Tímto virem se dokonce nakazí už larva, která může virus přenést teprve jako dospělý hmyz. Totéž však neplatí u viru vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart) Smith] nebo viru žloutenky aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith]. Saje-li přenašeč vrcholkové kadeřavky cukrovky, křísek *Eutettix tenellus Baker* z extraktu řepy nemocné touto chorobou, nakazí se. Stejně se nakazí, saje-li na extraktu připraveném macerací jedinců tohoto druhu kříska nakažených tímto virem. V obou případech může tento křísek nakazit zdravé rostliny. Podle toho se zdá, že virus vrcholkové kadeřavky cukrovky je ve šťávě velmi stálý a nepodléhá rychlé inaktivaci (Bennett 1934, 1935).

Podobné pokusy konal i Black (1940 c, 1941 b) s virem žloutenky aster a křískem *Macrosteles sexnotatus* Fall, který jej přenáší. Očkoval zdravé křísky extraktem z infikovaných křísků a nakazil je extraktem, který stál déle než 24 hodiny. Podle toho se zdá, že i virus žloutenky aster je dosti stálý v surové šťávě vytlačené z nemocných rostlin. Je pravděpodobné, že vektoři mohou nakazit rostliny i menším množstvím viru snadněji než při mechanickém očkování šťávou, je-li toto množství vpraveno do vhodných pletiv. To potvrzují také některé práce s nestálými viry přenosnými mšicemi, např. virem mosaiky a nekrosy zelí (*Brassica virus 1* Smith); infekce těmito viry se spíše podaří, když použijeme nakažených mšic, než při mechanickém očkování šťávou (Kvíčala 1948a). Bylo by také možné jiné vysvětlení, že se totiž virus pasáží hmyzem změní a stane se více infekčním. To by také vysvětlovalo latentní periodu u některých virů a u hmyzu, který je přenáší, že totiž je to doba potřebná k tomu, aby virus v těle hmyzu prodělal určitý vývoj. Přitom bychom předpokládali, že šťáva

vzniklá rozdrcením infikovaného hmyzu by měla být infekční i pro mechanické očkování. Ve skutečnosti tomu tak není; virus je v macerovaném hmyzu inaktivován tělními tekutinami podobně jako jiné viry přenosné hmyzem (i když jsou normálně mechanicky šťávou přenosné, např. virus mosaiky tabáku aj.) jsou in vitro inaktivovány šťávou z rozdrcených třebas zdravých jedinců určitého hmyzu (Black 1939).

Storey (1933) použil tělní tekutiny křísků *Cicadulina mbila* Naudé, kteří byli nakaženi virem proužkovitosti kukuřice [*Zea virus 2* (Storey) Smith], k očkování zdravých křísků injekcemi a vyvolal u nich nakažlivost tímto virem, takže jej mohli přenášet. Když však použil této tekutiny k infekcím rostlin, byly výsledky negativní: žádná rostlina se nenakazila.

Látky, které zabraňují infekci virem, použije-li se rozdrceného infikovaného hmyzu (Brčák 1957 b), jsou i ve šťávách některých rostlin; tím by se dalo vysvětlit, proč některé viry nejsou přenosné mechanickým očkováním šťávou. Podrobněji bude pojednáno o těchto jevech ve zvláštní kapitole. Je možné, že virové částice, např. u žloutenky aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith], vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith], které přijdou ve vytlačené šťávě do styku s těmito látkami, se s nimi vážou, stávají se nenakažlivými a při mechanickém očkování pak nepůsobí infekci; hmyz však dovede viry nasát i ze šťávy takto připravené a oddělit jinými chemickými nebo fysikálními pochody virové částice od inhibičních látek. Stejně se to pak děje při přímém sání z rostliny. Podle toho bychom si zase mohli latentní dobu (nebo, jak se dříve říkalo, inkubační dobu) v těle hmyzu vysvětlit tím, že je to doba potřebná právě k těmto fysikálně chemickým reakcím. Která z těchto možných hypotes je platná pro persistentní — stálé — viry, přenosné pouze hmyzem, nemůžeme zatím říci; je však pravděpodobné, že u každého viru je tomu jinak.

Pohyb viru v těle hmyzu

Mnohokrát bylo zdůrazňováno, že virus potřebuje určitou dobu, aby se dostal ze zažívacího traktu do tělní tekutiny, do krevního oběhu a pak do slinných žláz. Tím se dá také u některých virů vysvětlit latentní doba, která je u některých druhů velmi dlouhá (Kassanis 1952). Tak je tomu u stálých — persistentních — virů, kdežto u virů nestálých — nepersistentních — je latentní doba často velmi krátká. Za těchto předpokladů je třeba hledat rozhodující faktory právě v propustnosti stěn zažívacího traktu pro určitý virus a také ve velikosti a tvaru virových částic. Některé částice jsou totiž příliš velké, takže neprojdou stěnami zažívacího traktu, které jsou semipermeabilní. Změna permeability stěn zažívacího traktu by tedy měla značný význam. Permeabilita může také u některých jedinců hmyzu kolísat v různých vývojových stadiích a i podle stáří hmyzu nebo u stejného druhu hmyzu mohou být formy s propustnými a nepropustnými stěnami zažívacího traktu.

Storey (1933) zjistil, že vektor viru proužkovitosti kukuřice [*Zea virus 2* (Storey) Smith] křísek *Cicadulina mbila* Naudé se vyskytuje ve ve dvou formách, které podle vnějších znaků nelze rozlišit. Jedinci jedné formy mohou po dlouhé době sání a latence přenést virus, ale jedinci druhé

formy nikoliv. V zažívacím traktu obou forem lze virus bezpečně zjistit, avšak jen u první formy je tento virus i v krevním oběhu v tělní tekutině. Když však u jedinců druhé formy provedeme malou operaci propíchnutím stěn zažívacího traktu mikrojehlou, dostane se virus také u nich do tělní tekutiny, takže jsou pak schopni jej přenášet jako první infekční forma. Podobně také, je-li virus vpraven přímo do krve jedinců této druhé formy napíchnutím mikrojehlou namočenou ve šťávě z nemocné kukuřice nebo ve šťávě získané rozdrcením nakažených jedinců, stanou se tito jedinci infekční a mohou nákazu přenášet na zdravé rostliny.

Hlavním rezervoárem viru v těle hmyzu je krev (tělní tekutina) a nikoliv slinné žlázy. O tom svědčí celá řada pokusů. Storey (1932) nezjistil virus proužkovitosti kukuřice ve slinných žlázách křísků *Cicadulina mbila* Naudé. Také ve slinných žlázách křiska *Eutettix tenellus* Baker bylo zjištěno velmi málo viru vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith], kterého přenáší, ač v ostatních tělních tekutinách ho bylo dostatek (Bennett a Wallace 1938). Zdá se, že virus je v tělní tekutině a z ní přechází jen v určitýcch intervalech a dávkách do slinných žláz právě v době sání na zdravých rostlinách. To také potvrzují pokusy s některými viry přenosnými mšicemi ze skupiny virů nestálých — nepersistentních. Když mšice nakažené některým nestálým virem postupně sají v krátkých, třebas jednominutových intervalech na sérii rostlin, může dojít i k infekci několika rostlin: buď je nakažena jen první rostlina, nebo první, pak třetí a pátá, nebo první není nakažena vůbec a je nakažena až třebas třetí a čtvrtá a tak podobně. Tímto způsobem mohou přenášet infekci některé nebo i všechny použité mšice (Kassanis 1947, Kvíčala 1945, 1948 a). Tím bychom také mohli zčásti vysvětlit některé jevy při přenášení virů z komplexního onemocnění tabáku (rosetkou) (Smith 1946 c).

Pronikání viru ze žaludečního traktu může usnadnit i to, že některé druhy hmyzu nemají peritrofní membránu. Nemůžeme také vyloučit možnost, že virus při pronikání stěnami zažívacího traktu má aktivní a ne jen pasivní úlohu. Je možné, že právě propustnost stěn zažívacího traktu určuje specifické vztahy mezi viry a jejich přenašeči. Na příklad virus žloutenky cukrovky [*Beta virus 4* (Rol. et Quanjer) Smith] proniká stěnami zažívacího traktu mšice broskvoňové (*M. persicae* Sulz.), nikoliv však stěnami zažívacího traktu křiska *Eutettix tenellus* Baker, kdežto virus vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. a Hart.) Smith] proniká zase stěnami zažívacího traktu křiska *Eutettix tenellus* Baker, a nikoliv mšice broskvoňové. Bylo bezpečně zjištěno, že četné viry, které nejsou hmyzem přenosné, např. virus mosaiky tabáku, jsou obsaženy v žaludečním traktu i v tělní tekutině tohoto hmyzu (Brčák 1957 a). Virus vrcholkové kadeřavky cukrovky byl zjištěn v těle četných mšic a křísků, a to často ve značném množství i po 14 dnech po opuštění zdroje nákazy (Bennett a Wallace 1938). Také virus proužkovitosti kukuřice byl zjištěn v zažívacím traktu křiska *Peregrinus maidis* Ashm., ale ani propíchnutím zažívacího traktu se ho nepodařilo dostat do krevního oběhu a přenést tak nákazu na zdravé rostliny. Z toho lze usuzovat, že tyto viry jsou inaktivovány buď specifickými látkami v zažívacím traktu hmyzu, nebo látkami v tělní tekutině, když prošly stěnami zažívacího traktu, nebo konečně až ve slinných žlázách, takže nedojde k přenosu.

Množení virů v těle hmyzu

U všech stálých virů (persistentních) musí od doby sání na zdroji nákazy uplynout určitá doba, aby hmyz byl schopen přenést nákazu. Tato doba kolísá podle druhu hmyzu a podle druhu viru od 30 minut až do několika týdnů. Proč tomu tak je, lze vysvětlit četnými hypotesami, jak už o tom byla zmínka. Je to doba potřebná k tomu, aby virus byl zažit a pak při dalším sání vstřikován do zdravých rostlin.

U virů přenosných hmyzem s kousavým ústním ústrojím je to doba potřebná k tomu, aby byl virus zažit a pak znovu ze zažívacího traktu vyvrhován zpět s rozrušenou potravou, tj. se zbytky pletiv listů, po případě jiných částí rostlin, jako např. u viru žloutenky tuřínu (*Crystallococcus cruciferi* Ryžkov) (Smith 1946a). Mechanismus přenosu je zde docela jiný než u hmyzu se savým ústním ústrojím. Žloutenku tuřínu přenášejí různí dřepčíci, škvoři apod., tedy vesměs hmyz, který nemá uzávěr na jícnu (oesophagu), takže je u něho část potravy vyvrhována zpět. Virus, který se dostane se sežvýkanými listy do zažívacího traktu, zůstane tam až do doby, kdy je zvrácen zpět; pak může způsobit infekci (Markham a Smith 1949).

V podrobných studiích o kontaminanitivním přenosu některých virů hmyzem s kousavým ústním ústrojím došel Brčák (1957a) k zajímavým závěrům a poznatkům. Při sledování infektivity viru mosaiky tabáku v zažívacím traktu housenky *Phytometra gamma* L. a *Barathra brassicae* L. zjistil, že při průchodu zažívacím traktem se snižuje infektivita. K inaktivaci dochází v mesenteru, a to hlavně proteolytickými enzymy; inaktivace je však reversibilní, a proto v další pasáži rektem se virus částečně reaktivuje, ač koncentrace viru v trusu není nikdy taková, jako byla u původního viru v listech, jimiž se housenky živily.

Viry přenosné savým hmyzem jsou nasáty se šťávou do zažívacího traktu, pravděpodobně projdou stěnami zažívacího traktu do tělní tekutiny, s ní se pak dostanou do slinných žláz a odtud do rostlin. Jsou zde četné rozpory v názorech, hlavně proto, že doba potřebná pro celý tento koloběh je velmi různá u různých virů a stejného vektora nebo u stejných virů a různých druhů vektorů. Možné vysvětlení těchto rozdílů je, že virus, který se do zažívacího traktu dostal třebas v malém množství, se musí nejdříve pomnožit, aby mohl způsobit infekci.

Dnes už je prokázáno, že se určité rostlinné viry v těle vektorů množí. Je tomu tak u viru nádorovitosti (kyjovitosti) listů jetele a u viru žloutenky aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith] (Black 1943, 1950, 1952, Maramorosch 1949, 1950, 1952). První důkaz množení viru v přenašeči se podařil asi u viru zakrslosti rýže [*Oryza virus 1* (Fuk.) Smith], který je přenosný křískem *Nephotettix apicalis* Motsch. Fukushi (1933), zjistil, že samičky, které sály na zdroji nákazy a infikovaly se, kladly pak vajíčka, z nichž se lihli infekční jedinci, kteří dále svými samičkami předávali nákazu na vajíčka a z nich vylíhlé potomstvo, aniž mezitím sáli na zdroji nákazy. Tak se podařilo z potomstva jedné samičky získat infikovaný hmyz ještě v šesté generaci, aniž některá z těchto generací znovu sála na zdroji nákazy. Bylo to vysvětlováno jen jako mechanické předávání viru na potomstvo (ze samiček do vajíček a dále na larvy atd.), ale nemůžeme vyloučit možnost množení viru.

Teprve pokusy s virem nádorovitosti (kyjovitosti) listů jetele, při nichž byl virus přenášen po 21 generací po dobu delší pěti let křískem *Agalliopsis novella* Say dokázaly opodstatnění hypotesy o množení viru v těle hmyzu (Black 1950, Black a Brakke 1952). Infikovaná samička cikády, vážící 1,7 mg, kladla po oplodnění viruprostým samečkem vajíčka, z nichž se vylíhlo 42 larev (nymf). Nymfy byly testovány na obsah viru tak, že 21 z nich bylo chováno na inkarnátu, který je k této virose velmi náchylný, a zbývající na vojtěšce, která je vůči němu imunní. 15 jedinců z celkového počtu 21 nymf projevilo infekčnost a nakazilo inkarnát. Potomstvo jedné ještě netestované samičky z první generace bylo nyní zkoušeno dále s podobným výsledkem. Po ukončení pokusu po více než 5 letech, v nichž bylo vypěstováno 21 generací, by se muselo dosáhnout ohromného zředění viru vzhledem k první samičce, ze které se vyšlo, a přesto i hmyz poslední generace způsobil vysoké procento nákaz. Kromě předpokladu, že se virus v těle hmyzu množí, není jiná možnost, která by tento jev uspokojivě vysvětlovala.

Postupem let byly zjištěny i další viry rostlin, které se množí v těle hmyzu (např. virus zakrslosti kukuřice, virus žloutenky aster aj.). Při pokusech se užívalo nové pokusné metodiky. Křískové, kteří tyto viry přenášejí, jsou poměrně malí, ale přece bylo možné je injekčními mikrostříkačkami očkovat měřitelným nepatrným množstvím virem nakažené tekutiny (Maramorosch 1951, 1952). Okolnost, že injekcemi šťávy vytlačené z infikovaných křísků se podaří nakazit křísky zdravé (Storey 1933, Maramorosch 1955a, b), ještě nedokazuje, že virus se v očkovaném hmyzu rozmnožuje. Provedeme-li však z hmyzu na hmyz řadu postupných přenosů injekcemi (jejichž následkem by zřejmě muselo být ohromné zředění viru a tím i malá infekčnost hmyzu), a přesto zůstane hmyz infekční i po několika pasážích, můžeme usuzovat, že virus se v těle hmyzu rozmnožil.

Křísek *Macrostelles sexnotatus* Fall., který je přenašečem viru žloutenky aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith], má samičky asi 3 mm dlouhé. Tyto samičky byly injekční mikrostříkačkou injikovány virem. Operace se velmi dobře provádí při teplotě 0°C, při níž samičky upadají do stavu ztuhnutí chladem. K pokusům bylo použito 100 jedinců, kteří se po sání na nemocných rostlinách a po uplynutí latentní doby staly většinou nakažlivými; byli rozdrceni a kaše z nich byla 7000krát zředěna. 200 viruprostých jedinců tohoto druhu bylo pak injikováno 1/8000 ccm tohoto roztoku, tj. asi 0,12 mg. Křískové byli pak vysazeni na žito do chovných klecí. Na žitě tento křísek žije, ale nenakazí jej, poněvadž žito je vůči žloutence aster imunní. Většina křísků zahynula po poranění injekcemi, a operaci přežilo jen 36 kusů, kteří pak byli chováni po dva dni jednotlivě na astrách. Potom byli rozdrceni a po tisícinásobném zředění byla touto tekutinou injikována další série křísků. Protože množství očkovaného roztoku činilo desetinu tělesné váhy, došlo tedy k 10000násobnému zředění; tolikrát, tj. 10^{-4}, se v každé pasáži zmenšila koncentrace viru. Celkem bylo provedeno za 13 měsíců 10 pasáží, takže konečné zředění činilo vzhledem k výchozímu materiálu 10^{-40}. Přesto však nebylo u poslední generace křísků pozorováno snížení titru (tj. koncentrace) viru. Zvlášť zajímavé je, že jedinci, kteří se na astrovém testu neprojevili jako infekční, byli přenašeči viru. Ve třetí pasáži ze 150 naočkovaných křísků zbyli jen 2 a žádný z nich nenakazil astry, na kterých sáli. I z nich byla připravena šťáva a

pokus pokračoval dále. Ze 34 jedinců příští série, kteří přežili, se jich 5 projevilo jako nakažliví na astrovém testu (Maramorosch 1952).

Tyto Maramoroschovy pokusy tedy také ukázaly, že určité rostlinné viry se mohou v těle hmyzu množit. Rovněž tak se podařilo dokázat, že i virus nádorovitosti jetele [*Aureogenus magnivena* (Black) Smith] se množí v těle svého přenašeče křiska *Agalliopsis novella* Say. (Black 1944, Black a Brakke 1952). Můžeme očekávat, že postupně bude prokázáno, že i jiné viry přenosné křísky se množí v těle svých přenašečů. Pokud jde o viry přenosné mšicemi a možnosti jejich množení, nemáme dosud spolehlivých zpráv, poněvadž mšice jsou menší než křískové a jsou na manipulaci a operace citlivější.

Podle těchto poznatků můžeme vysvětlit případy, kdy systematicky blízce příbuzné druhy křísků se liší schopností přenášet viry. Křísek, který přenáší žloutenku aster, nepřenáší virus zakrslosti kukuřice, ač se dá v jeho těle zjistit, a naopak křísek, který přenáší zakrslost kukuřice, nepřenáší žloutenku aster, ani když se propíchnou stěny jeho zažívacího traktu. Zdá se tedy, že virus žloutenky aster se množí jen v křísku *Macrostelles divisus* Uhl. = *Cicadula sexnota* Fall. a virus zakrslosti kukuřice jen v křísku *Dalbulus maidis* De L. et W.

U viru bronzovitosti rajčat [*Lycopersicum virus 3* (Brittleb.) Smith], který je přenosný třásněnkou tabákovou (*Thrips tabaci* Lind.), jsou docela zvláštní vztahy. Tato třásněnka se nakazí virem bronzovitosti rajčat jen ve stadiu larvy a zůstane i jako dospělý hmyz nakažena a může nákazu přenášet. Dospělý hmyz však se již nemůže virem nakazit. Dosud se udržuje názor, že příčinou je, že stěny zažívacího traktu dospělých jedinců nepropouštějí virus do krevního oběhu. Možná však, že podstata je v tom, že se virus v hmyzu rozmnožuje a že příznivé podmínky pro rozmnožování jsou pouze u larválních stadií, kdežto dospělý hmyz se vyznačuje tak zvanou věkovou odolností.

Množení rostlinných virů v těle hmyzu má pro výzkum základní význam. Přísné rozdělení virů na bakteriofágy, rostlinné a živočišné viry, které zavedl Holmes (1948) ve svém systému klasifikace virů, nebude pravděpodobně v budoucnu udržitelné. Pokud dosud známe, množí se viry jen v živých rostlinných buňkách. Ale křískové při sání nepřijímají celé rostlinné buňky, a proto jako hostitelé virů v těle hmyzu přicházejí v úvahu buňky tkání hmyzu a snad ještě buňky různých symbiotických mikroorganismů žijících v hmyzu (Black 1952). Zdá se málo pravděpodobné, že tak rozdílné organismy, jako jsou vyšší rostliny, hmyz nebo hmyzí bionti (tj. obyvatelé hmyzího nitra), by mohly obsahovat podobné nukleové látky (Maramorosch 1952). Dosud se uznávalo a předpokládalo, že se viry mohou ve svých hostitelích množit, aniž dochází k větším chemickým změnám, protože mají k disposici hotové molekulární stavební látky.

Viry přenášené mšicemi a červci

Přenašeči — vektoři — nestálých virů nakazí zdravou rostlinu ihned po opuštění zdroje nákazy; čím je interval mezi infekčním sáním (které má být krátké) na zdroji nákazy a sáním na testovních zdravých rostlinách kratší, tím je u těchto virů větší pravděpodobnost nákazy. Rozdíly mezi stálými a nestálými viry umožňují, že určitým druhem vektorů můžeme

z komplexu dvou virů (jednoho stálého a druhého nestálého) tyto viry oddělit. Hmyz, např. mšice, který saje na rostlině nakažené komplexem dvou virů, je pak přenesen na zdravé testovní rostliny a v určitých intervalech opět přenášen na další rostliny v sérii, přenese na první rostliny nestálý virus a na poslední rostliny pak virus stálý. Tak lze z komplexního one- a mosaikou [*Beta virus 2* (Lind) Smith], mšicí broskvoňovou (*M. per-* mocnění cukrovky žloutenkou [*Beta virus 4* (Rol. et Quanjer) Smith] *sicae* Sulz.) oddělit oba viry. Podobně též z komplexu svinutky [*Solanum virus 14* (Appel et Quanjer) Smith] a čárkovitosti (*Sol. virus 2* Smith) na bramborách lze tímto způsobem získat oba viry v čisté formě.

Z rychlé ztráty nakažlivosti vektorů nakažených nestálými viry se často usuzuje na pouhý mechanický přenos na potřísněném vnějším sacím ústrojí hmyzu; bylo to však četnými pracemi a pokusy vyvráceno (Watson a Roberts 1939, Kassanis 1942, Kvíčala 1945 aj.). Vlastnosti virů nestálých, pokud je u většiny „in vitro" známe, jsou přibližně stejné. Inaktivační teplota je kolem 60° C (u některých kmenů viru mosaiky okurek i 70° C) při 10minutovém zahřívání surové šťávy. Stálost viru v surové šťávě při laboratorní teplotě bývá obvykle několik hodin až několik dní; stupeň zředění viru v surové šťávě ovšem kolísá více. Většinou jsou tyto viry přenosné mšicemi s malými výjimkami (např. virus zduřelosti výhonků kakaovníku je přenášen červci různých druhů, např. *Pseudococcus bukobensis* Laing., *P. njalensis* Laing., *P. citri* Risso aj. (Posnette 1947).

Vztahy hmyzu k virům

Kdyby u nestálých virů šlo o pouhý mechanický přenos na potřísněných ústních ústrojích hmyzu, mohly by některé viry přenášet i jiné druhy hmyzu stejným způsobem, anebo týž druh viru by mohly přenášet jiné druhy hmyzu s podobným ústním ústrojím. Ve skutečnosti však vidíme, že určité druhy virů jsou přenášeny jen několika druhy mšic; jiné druhy mšic jako přenašeči selhávají. Dokonce u některých virů, které jsou přenášeny několika druhy mšic, je u jednotlivých druhů zřejmá větší nebo menší účinnost přenášení. Virus mosaiky květáku [*Brassica virus 3* (Tomp.) Smith] např. je přenosný mšicí broskvoňovou (*Myzodes persicae* Sulz.) a mšicí zelnou (*Brevicoryne brassicae* L.) i jinými mšicemi (mšicí zdobenou *Myzus ornatus* Laing.) (Kvíčala 1949a, b). Je to virus nestálý, který je snadno přenosný mšicí broskvoňovou, je-li před infekčním sáním vyhladovělá; u mšice zelné však hladovění nemá vliv na přenosnost tohoto viru (van Hoof 1954).

Kriterium Watsonové (1946) pro stálé a nestálé viry podle toho, jak reagují u vektorů předem vyhladovělých, není tedy úplně správné a vyžaduje další studie, protože ani nestálé viry za těchto okolností nereagují stejně. Také doba inaktivace v těle mšic, které po infekčním sání opět hladovějí, je různá jak u *M. persicae* Sulz., tak u *B. brassicae* L. Virus mosaiky květáku je v těle mšice broskvoňové rychleji inaktivován než v těle mšice zelné, v níž je inaktivace pomalejší a virus se v ní udrží v aktivní formě schopné přenosu delší dobu než u mšice broskvoňové (van Hoof 1954). K podobným závěrům došel i Kvíčala (1945, 1948a, b, c) při studiu mosaiky květáku [*Brassica virus 3* (Tompkins) Smith] a mo-

saiky a nekrosy zelí (*Brassica virus 1* Smith). Van Hoof se domnívá, že u mšice zelné je adaptace na virus mosaiky květáku větší než u mšice broskvoňové. Severin a Freitag (1938) při studiu přenosu virové mosaiky celeru [*Apium virus 1* (Sev. et Frei.) Smith] 11 druhy mšic zjistili určité rozdíly v účinnosti přenosu od 14 do 84 %. Podobně u virové mosaiky cukrovky [*Beta virus 2* (Lind) Smith] jsou rozdíly v přenosu určitými druhy mšic (Drachovská-Šimanová 1950). Na příklad nejúčinnějším jejím přenašečem je mšice *Dysaulacorthum pseudosolani* Theob.; po ní co do účinnosti jdou v pořadí *Hayhurstia atriplicis* L., *Myzodes persicae* Sulz., *Macrosiphon euphorbiae* Thom. a nakonec *Aphis* (*Doralis*) *fabae* Scop. Účinnost kolísá od 8 do 100 % (Kvíčala 1945, 1947). Je zajímavé, že *A. fabae* Scop. je nejméně účinný přenašeč, ač v přírodě je hlavním šiřitelem tohoto viru a viru žloutenky řepy v porostech; vyskytuje se totiž zpravidla masově, takže stačí, když jen malé procento jedinců je schopno přenášet nákazu (tab. 9).

Tabulka 9

Schopnost některých druhů mšic přenášet virus mosaiky řepy [*Beta virus 2* (Lind) Smith] **při různé době sání na zdroji nákazy a konstantní době sání na zdravých rostlinách**

(Podle Kvíčaly)

	Druh mšic	Doba sání na zdroji nákazy				Průměr v %
		5 minut	15 minut	30 minut	1 hod.	
		% nakažených rostlin				
po 3 hodinách hladovění	*Myzodes persicae* Sulz. .	75,0	63,3	30,0	53,3	55,4
	Aphis fabae Scop. . . .	8,8	10,0	11,3	10,0	10,0
	Dysaulacorthum pseudosolani Theob.	100,0	100,0	70,0	—	90,0
	Macrosiphon euphorbiae Thom.	20,0	10,0	0,0	—	10,0
	Hayhurstia atriplicis L. . .	70,0	70,0	70,0	—	70,0

Jsou i další důkazy, že existuje určitý těsnější vztah mezi viry a jejich vektory-mšicemi a že přenášení nestálých virů není jen mechanické. Některé druhy mšic, když sají na rostlinách onemocnělých dvěma viry přenosnými mšicemi, mohou z komplexu přenést jen jeden virus, ač jiné druhy mšic přenášejí současně oba viry. Saje-li mšice broskvoňová na salátu, který onemocněl současně virovou mosaikou salátu [*Lactuca virus 1* (Jag.) Smith] a virovou žloutenkou smetánky [*Taraxacum virus 1* (Kass.) Smith], přenese jen virus mosaiky salátu a nikoliv virus žloutenky. Když však na téže rostlině saje mšice zdobená (*M. ornatus* Laing), přenese jen virus žloutenky pampelišky (Kassanis 1947). Ze směsi dvou virů na květáku mosaiky [*Brassica virus 3* (Tomp.) Smith] a nekrosy (*B. virus 1* Smith), které současně přenášejí jak *M. persicae* Sulz., tak

i *B. brassicae* L., přenese mšice zdobená (*M. ornatus* Laing) pouze virus mosaiky květáku (nervové mosaiky) (Kvíčala 1945, 1949a, b).

Dokonce mohou být specifické rozdíly i v přenosu některých kmenů téhož viru týmž druhem mšic. Virus C z brambor, který je kmenem viru Y [*Solanum virus 2* (Ort.) Smith] se nepodařilo přenést mšicí broskvoňovou, ač ostatní kmeny tohoto viru snadno přenáší. Virus C z brambor ojediněle přenáší mšice zdobená, ale jen někteří jedinci, kdežto většina populace nikoliv.

Kdyby šlo u nestálých virů přenosných mšicemi jen o mechanický přenos, pak by musely být tímto způsobem daleko snadněji přenášeny viry lehce přenosné mechanickým očkováním a známé vysokou nakažlivostí a stálostí, jako např. virus mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], virus X z brambor [*Solanum virus 1* (Ort.) Smith]. Ve skutečnosti tomu tak není a nepodařilo se dosud zjistit hmyz nebo jiné živočichy, kteří by tyto viry v přírodě přenášeli, nehledíme-li k přenosu kontaminativnímu (např. srstí zvířat, peřím ptactva, dobytkem, člověkem apod.). Této nepřenosnosti hmyzem se dá využít k isolaci virů přenosných mšicemi nebo jiným hmyzem ze směsi dvou nebo několika virů mšicemi nebo jiným hmyzem nepřenosných, které se často v příznacích na určitém druhu rostliny neliší. Na příklad mosaika na rajčeti a tabáku může být způsobena virem mosaiky tabáku nebo i virem mosaiky okurek nebo oběma ve směsi. Mšice broskvoňová z této směsi přenese jen virus mosaiky okurek a o přítomnosti tabákové mosaiky se přesvědčíme očkovacím testem: šťávou z nakažené rostliny očkujeme *Nicotiana glutinosa* L., kde virus tabákové mosaiky vyvolá lokální nekrotické skvrny (lese) na listech. Také z brambor onemocnělých kadeřavkou, způsobenou obvykle směsí viru X a Y, se dá mšicí broskvoňovou přenést jen virus Y; virus X se pak isoluje očkováním šťávou na *Datura stramonium* L., na niž virus Y nepřechází. O tom je klasická práce Smithova (1931 b), který tímto způsobem po prvé prokázal složenou povahu kadeřavosti brambor.

Fakt, že se dosud nepodařilo prokázat přenos virové mosaiky tabáku mšicemi nebo jiným hmyzem, neznamená, že tato možnost neexistuje. (O kontaminativním přenosu viz dále.) Možná, že jsou některé druhy mšic nebo hmyzu, s kterými dosud nebylo experimentováno, nebo i někteří jedinci, kteří v určité fázi života nebo v určitém vývojovém stadiu mohou tyto dva viry (virus mosaiky tabáku, virus X brambor) nebo i jiné dosud hmyzem nepřenosné viry přenášet. Experimentálně se nám dosud nepodařilo podobné druhy nebo jedince zjistit, poněvadž často těžko dovedeme napodobit přírodní podmínky. Bylo by to i v souladu se zjištěním Storeyovým (1933), který v populaci křísků *Cicadulina mbila* Naudé zjistil některé jedince, kteří nepřenášeli virus čárkovitosti kukuřice, ač ostatní jej přenášeli. Jedince, kteří virus přenášeli, nazval aktivními, jedince, kteří jej nepřenášeli, neaktivními. Možná, že v přírodě tomu tak je také s přenosem viru mosaiky tabáku a jiných mšic. Jen použití ohromného množství mšic různých druhů, po případě i jiného hmyzu, v přesných dlouhodobých pokusech nám může dát konečnou odpověď. Toto masové použití hmyzu by zvětšilo pravděpodobnost infekce, která i v experimentální praxi stoupá s počtem použitých jedinců. Jsou určité druhy virů, které s úspěchem přenese i jednotlivá mšice. U jiných je třeba většího počtu nakažených mšic na jedné rostlině, aby došlo k nákaze. Rozhoduje

tu pravděpodobně infektivita viru, jeho koncentrace ve šťávě, hlavně v pletivech, která jsou určitým druhem hmyzu dosažitelná, možnost jeho rychlé pasáže přes zažívací trakt nebo jinak do slinných žláz bez snížení nebo zničení infektivity.

Hamiltonová (1935) zjistila, že mšice, která byla před infekčním sáním vyhladovělá, získala po 6 hodinách sání na zdroji nákazy 0,00001 g váhového přírůstku, což odpovídá 1/100 000 mililitru šťávy. V pokusech, při nichž mšice sály na radioaktivním materiálu, zjistila, že méně než 10 % látky, která byla mšicí nasáta, je potom vstřikováno do rostliny, na niž byla mšice přenesena. Zdá se tedy, že pro infekci virem mšicemi stačí méně než 1/1000 množství viru, kterého je zapotřebí při mechanickém očkování šťávou, kdy na listy nanášíme značná váhová množství šťávy, a tedy i viru.

Hladovění pokusných mšic před infekčním sáním

Četnými pokusy (Watsonová 1940, 1946, Kassanis 1941, Kvíčala 1945, 1948a, 1949a aj.) bylo zjištěno, že účinnost mšic jako přenašečů určitých nestálých virů se neobyčejně zvýší, jsou-li mšice před sáním na zdroji nákazy vyhladověny. I hladovění jen 15 minut má u některých virů značný vliv na procento přenosu. Procento přenosu se ještě zvýší při 1hodinovém hladovění. U všech virů a různých druhů mšic není vliv délky hladovění před infekčním sáním stejný; v experimentální praxi se používá 2—4hodinového hladovění před sáním na zdroji nákazy. Tento vliv hladovění se ovšem podstatně projevuje jen tehdy, je-li doba infekčního sání krátká, asi tak 2—5 minut na zdroji nákazy. Kombinace 1 hodiny hladovění a 2—5 minut sání na zdroji nákazy a rychlý přenos na zdravé testovní rostliny dává nejuspokojivější výsledky v procentech přenosu u určitých druhů virů a hmyzu (Watsonová 1946). V běžné praxi vyhovuje ještě dobře i 15minutová doba sání na zdroji nákazy. Prodlužuje-li se doba sání na zdroji nákazy na 1 hodinu, u většiny nestálých virů se zastírají vlivy hladovění (Kvíčala 1945, 1948 a, b).

Tyto optimální podmínky pro přenos se u některých virů v přírodě mohou zřídka vyskytnout, a to jak u neokřídlených, tak u okřídlených jedinců mšic. V přírodě šíření některých virů závisí hlavně na množství mšic a mnohdy je vnějšími podmínkami účinnost mšic jako přenašečů značně redukována.

Když je mšice nakažena některým nestálým virem, může nakazit i několik rostlin po sobě, i když mezitím znovu nesála na zdroji nákazy; je to možné ovšem jen tehdy, když na každé z těchto rostlin saje jen krátkou dobu (Kassanis 1941). Počet rostlin, které mšice může nakazit, záleží opět na době sání na zdroji nákazy a na době sání na rostlinách, která následují po sobě, a pak také na druhu viru a druhu mšic. Virem mosaiky řepy [*Beta virus 2* (Lind.) Smith] dovedla mšice broskvoňová (*M. persicae* Sulz.) po 4hodinovém hladovění před sáním na zdroji nákazy a 5minutovém sání na zdroji nákazy nakazit 1—2 rostliny, byla-li v 5minutových intervalech přenášena z rostliny na rostlinu na sérii šesti rostlin. Většina mšic nakazila 1. a 2. rostlinu, některé však nakazily 1. a 3., jiné 1. a 5., jiné opět až 6. rostlinu (Kvíčala 1945, 1947). Mšice broskvoňová se nakazí virem mosaiky řepy i po 10vteřinovém sání a může také po 10vteřinovém sání tuto nákazu přenést (Sylvester 1949).

Pokud jde o možnost nákazy několika rostlin po sobě, zjistil Sylves-

ter (1956 b) u viru mosaiky řepy, že mšice, které hladověly průměrně 2 hodiny, sály 20—30 vteřin na zdroji nákazy a pak vždy po 10 vteřinách byly přenášeny z rostliny na rostlinu, nakazily z celkového počtu 10 rostlin 1—4, a to různě: někteří jedinci 1. rostlinu, jiní 2. nebo i další. Sylvester usuzuje, že mšice, jakmile dávku viru vyčerpá, je už neinfekční. Z pokusů je také zřejmé, že mšice předává onu dávku viru ponejvíce prvním nebo druhým rostlinám. U viru mosaiky a nekrosy zelí (*Brassica virus 1* Smith) při testování na tabáku (*N. tabacum* L.) za použití mšice broskvoňové (*M. persicae* Sulz.) bylo zjištěno, že po dvouhodinovém hladovění, 15minutovém sání na zdroji nákazy a pak 5minutovém sání na sérii 9 rostlin po sobě dovedly mšice nakazit 1 až 6 rostlin po sobě, i když bylo použito k přenosu na každou rostlinu jen jedné mšice. Na některých rostlinách dokonce jedna mšice způsobila dva vpichy, dvě nekrotické skvrny. Při tomto pokusu bylo použito 19 mšic, z toho devět jich nakazilo první rostlinu a z nich pak jedna ještě pátou a sedmou rostlinu. Jedna mšice nakazila 2., 3., 4., 7. a 8. rostlinu, tři mšice nakazily až druhou rostlinu a pak některé další a jedna dokonce až devátou rostlinu atd. (Kvíčala 1949 b) (tab. 10, 11).

Tabulka 10

Různá schopnost mšic *Brevicoryne brassicae* L. a *Myzodes persicae* Sulz. přenášet virovou mosaiku květáku [*Brassica virus 3* (Tomp.) Smith] **při měnící se době hladovění a infekčního sání**
(podle Kvíčaly)

Mšice		Doba sání na zdroji nákazy													
		5 minut			15 minut			30 minut			1 hod.			3 hod.	
		Počet rostlin	Nakaženo	%	Počet rostlin	Nakaženo	%	Počet rostlin	Nakaženo	%	Počet rostlin	Nakaženo	%	Počet rostlin	Nakaženo	%
Bez hladovění	*B. brassicae* L.	20	6	30,0	20	9	45,0	20	10	50,0	20	5	25,0	20	1	5,0
	M. persicae Sulz.	20	5	25,0	20	6	30,0	20	12	60,0	20	6	30,0	20	0	0,0
3 hodiny hladovění	*B. brassicae* L.	20	11	55,0	20	12	60,0	20	7	35,0	20	3	15,0	20	0	0,0
	M. persicae Sulz.	20	16	80,0	20	16	80,0	20	5	25,0	20	2	10,0	20	0	0,0

Tabulka 11

Přenos virové mosaiky květáku [směs virů *Brassica virus 1* Smith a *Brasica virus 3* (Tomp.) Smith] **mšicemi:** *Brevicoryne brassicae* L. a *Myzodes persicae* Sulz., **které před infekčním sáním 3 hod. hladověly, z květáku na květák** (podle Kvíčaly)

Mšice	Délka doby sání na zdroji nákazy													
	5 minut			15 minut			30 minut			1 hod.			Celkem	
	Počet rostlin	Nakaženo	%	Počet rostlin	Nakaženo	%	Počet rostlin	Nakaženo	%	Počet rostlin	Nakaženo	%	Počet rostlin	Nakaženo	%
B. brassicae L. . . .	20	12	60,0	20	11	55,0	20	6	30,0	20	6	30,0	80	35	43,8
M. persicae Sulz. . .	20	11	55,0	20	13	65,0	20	8	40,0	20	2	10,0	80	34	42,5

Severin a Freitag (1938) v pokusech s přenášením obyčejné mosaiky celeru [*Apium virus 1* (Sev. et Freit.) Smith] dosáhli přenosu s deseti druhy mšic, které v hodinových intervalech sály na zdravých rostlinách. V osmi případech mšice nakazily dvě po sobě jdoucí rostliny. I u viru mosaiky řepy po 5minutovém sání vyhladovělých mšic na zdroji nákazy a přenášení v hodinových intervalech bylo dosaženo infekce 1—3 rostlin. Ovšem zde bylo použito pro každou rostlinu 5 infikovaných mšic, takže tu mohlo jít o případ individuálního přenosu jen některými mšicemi (Kvíčala 1948 a). Hladovění mšic i po infekčním sání na zdroji nákazy prodlouží schopnost nakažených mšic nakazit rostliny [na rozdíl od stálých virů, např. žloutenky řepy, kde mšice broskvoňová ztrácí infektivitu rychleji, když hladoví, než když saje (Watson 1946)]. Jestliže mšice téhož druhu, nakažené virovou mosaikou řepy, hladovějí, podrží nakažlivost až 9 hodin, ba i po 9 hodinách hladovění dosáhly 13,3 % nákaz; při sání po 5minutových intervalech dovede nakažlivá mšice nakazit nejvýš šestou rostlinu, to znamená, že za 30 minut celkového intervalového sání ztrácí nakažlivost (Kvíčala 1947).

Z těchto příkladů vyplývá, že není pochyb, že i u virů nestálých jde o biologické přenášení viru hmyzem a nikoliv o pouhý mechanický přenos na vnějších částech ústních ústrojů. Kdyby totiž šlo o pouhý mechanický přenos, pak by vyhladovělé i nevyhladovělé mšice přenášely virus stejně a nebylo by nápadného rozdílu v tom, že po krátké době sání se zachytí na vnějších částech sacího ústrojí více virů než při dlouhé době sání. Nebylo by pak ani rozdílu v tom, že u nakažené mšice, která saje na zdravé rostlině, se virus obvykle ztrácí po 1 hodině, kdežto u těch, které po sání na zdroji nákazy hladovějí, vydrží virus 9—12, někdy i více hodin.

Z těchto výsledků je zřejmé, že virus je mšicí nasát do zažívacího traktu a pak

je opět vstřikován do rostlin. Jaké ovšem prodělává pochody nebo přeměny v těle hmyzu, ještě dost dobře nevíme. Z výsledků dosavadních prací se zdá, že nestálé viry jsou v těle hmyzu inaktivovány určitými látkami, kterých je v těle mšic nadbytek v době, kdy mšice saje, a je jich méně, když je mšice v klidu. Připouštíme, že jde o různé enzymy nebo sekrety žláz zažívacího traktu. Tyto látky nemusí úplně zničit (denaturovat) virus, mohou být i stejného typu jako enzym trypsin a jiné bílkoviny, které působí pouze na snížení infektivity tím, že s virem tvoří neinfekční komplexní sloučeniny; přidáním jiných látek se infektivita viru může opět obnovit. Těchto látek může být v zažívacím traktu četných druhů mšic různé množství a tím by se také dala vysvětlit různá schopnost četných druhů mšic přenášet různé viry.

Tyto inaktivující látky jsou v těle všeho hmyzu i toho, který viry nepřenáší. Pokusy bylo zjištěno, že šťáva z rozmačkaného hmyzu inaktivuje četné viry „in vitro" (Black 1939, Smith 1941, Watsonová 1946, Brčák 1957 b), i když nejsou přenosné hmyzem, např. virus mosaiky tabáku aj. Podle toho ovšem nemůžeme tvrdit, že tyto látky inaktivují také virus v živých jedincích.

Ne všechny nestálé viry se přenášejí takovým způsobem, jak stanovila Watsonová (1946), že totiž po předběžném hladovění a krátké době sání na nakažené rostlině jsou mšice schopné přenášet nákazu. Při studiích virové žloutenky smetánky [*Taraxacum virus 1* (Kass.) Smith], přenosné na salát, bylo zjištěno, že mšice zdobená (*M. ornatus* Laing.), která ji přenáší, ztratí infektivitu za 1 hodinu po opuštění zdroje nákazy; infektivita mšic se nezvýší, jestliže před sáním na zdroji nákazy hladovějí. Zdá se, že je to v souvislosti s nízkým obsahem tohoto viru v pampelišce, takže mšice ho v krátké době sání nemůže získat dostatečné množství (Kassanis 1947). Mšice musí sát alespoň jednu hodinu na nakažené pampelišce, aby načerpala dostatečné množství viru. Tím se také zastře příznivý vliv eventuálního předchozího hladovění. Že příčinou těchto jevů je asi nízký obsah viru ve šťávě pampelišky, můžeme se domnívat také z toho, že se virus velmi obtížně přenáší mechanickým očkováním z pampelišky na pampelišku.

Rozdíl mezi stálými a nestálými viry, jak jej vidíme z hlediska mšic—přenašečů, může být také způsoben lokalisací viru v rostlinných pletivech. Stálé viry jsou pravděpodobně lokalisovány v hlubších pletivech, v lýku, takže mšice musí dlouhou dobu strávit tím, než pronikne sosákem až do lýka; potom zase trvá delší dobu, než zase na zdravé rostlině pronikne sosákem do lýkových partií pletiv, aby tam mohla přenést nákazu. Nestálé viry jsou obvykle v povrchových parenchymatických pletivech, které jsou pro mšice rychle dosažitelné. Ovšem tím nevysvětlíme rozdíl v rychlé ztrátě infektivity u nestálých virů. Co se odehrává v těle mšic infikovaných nestálým virem, nevíme. Domníváme se, že jako stálé viry jsou i nestálé viry nasáty s buněčnou šťávou do zažívacího traktu mšice. Ovšem nedovedeme si dobře vysvětlit, že nestálé viry tak rychle přejdou do tělní tekutiny, do slinných žláz a jsou pak ihned vstřikovány do zdravých rostlin, na kterých sají mšice. Nezdá se nám možné, že by virus za tak krátkou dobu mohl prodělat celý tento koloběh, o němž se domníváme, že se děje u stálých virů. Možná, že je zde i kratší cesta přímého prolínání — difundace — ze sacího kanálku do kanálku vyměšujícího sliny, ale není také jisté, že to platí o všech nestálých virech. V každém případě však jde i u nich o biologický způsob přenosu.

Kontaminativní způsob přenosu některých virů hmyzem byl studován hlavně u viru mosaiky tabáku (Smith 1941). Podrobněji tuto otázku sledoval u nás Brčák (1957 b) hlavně u viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] a viru mosaiky řepy [*Beta virus 2* (Lind.) Smith] a hmyzu s kousavým ústním ústrojím. Experimentoval s housenkami motýlů *Phytometra gamma* L., *Barathra brassicae* L., *Mamestra oleracea* L., *Spilosoma menthastri* Cl. a broukem *Otiorrhynchus ligustici* L. — lalokonosec libečkový. Jmenovaný hmyz žírem virus mosaiky tabáku nepřenáší, ale v trusu všech zkoušených druhů byl zjištěn, i když byl částečně inaktivován. Autor sledoval také dobu potřebnou k tomu, aby po požerku infikovaného listu byl trus hmyzu infekční; tato doba je různá podle ročního období. Autor určil také stupeň inaktivace, lépe řečeno inhibice, viru mosaiky tabáku po projití zažívacím traktem v trusu housenek *Barathra brassicae* L. a místo inaktivace. Podle jeho pokusů k inaktivaci viru mosaiky tabáku dochází v mesenteru vlivem enzymů, hlavně trypsinu. Tato inaktivace však není denaturací, nýbrž inhibicí; je vratná a dalším průchodem obsahu mesentera rektem dochází k částečné reaktivaci viru mosaiky tabáku. Virus mosaiky řepy se nepodařilo zjistit v trusu housenek *Barathra brassicae* L., které se živily na řepě napadené mosaikou. Rovněž tak se nepodařilo zjistit tento virus v obsahu oesophagu, mesentera ani rekta jmenovaných housenek. Inaktivace viru mosaiky řepy je tedy úplná a nikoliv vratná jako u viru tabákové mosaiky. Je zde tedy inaktivace ovlivněna vlastnostmi virů, nikoliv vlastnostmi inaktivujících látek v zažívacím traktu různého hmyzu.

FYSIOLOGIE VIRŮ A JEJICH HOSTITELŮ

Náchylnost a metabolismus rostlin

Rostlinné viry jsou považovány za produkty metabolické poruchy hostitelů, které produkují v hostitelích více podobných látek se schopností způsobit metabolické poruchy i u jiných hostitelů. Poměrně málo virů bylo dosud podrobně studováno chemicky, ale u všech rostlin napadených viry byly zjištěny úchylky v metabolismu nukleoproteidů. Nesmíme ovšem generalisovat a domnívat se, že u všech virových chorob jde o úchylky v metabolismu nukleoproteidů přenosné i na jiné rostliny. Biochemické a fysiologické studie nemocných rostlin přispějí k objasnění podstaty virů a virových chorob; naopak zase podrobné znalosti reakce rostlin na infekci viry přispějí rostlinné fysiologii. Velmi dobře víme, že schopnost virů vnikat do rostlin, rozmnožovat se v nich a ovlivňovat jejich životní pochody do značné míry závisí na fysiologických podmínkách rostlin.

Studium virů u vyšších rostlin je vhodné pro sledování reakcí mezi viry a buňkami hostitele a je u těchto rostlin daleko snazší než u jiných organismů.

Uvedeme nyní několik pojmů používaných ve virologii z hlediska fysiologického. Náchylnost a citlivost rostlin k virům mají několikerý význam. Především znamenají snadnost, s jakou se rostlina nakazí, když se známým způsobem použije určité dávky očkovací látky. Může být vyjádřena buď počtem nakažených rostlin, nebo počtem lokálních lesí (skvrn) na listech testovních rostlin. Tento test je poměrně jednoznačný

a můžeme jej použít s určitou dávkou přesnosti; mluvíme pak o náchylnosti k nákaze. Za druhé náchylnost vyjadřujeme též silou příznaků projevujících se na rostlině a posuzujeme ji podle toho, jak je rostlina zdeformována, po případě jinak postižena. I zde mohou být obtíže v posuzování, poněvadž často účinek viru může být lokálně velmi silný, přitom však znamenat zastavení šíření další infekce. V jiném případě je opět možné, že virus náhle zastaví činnost v buňce a dále se už v pletivech nemnoží. Za třetí pak náchylností můžeme také rozumět množství produkovaného viru, které posuzujeme též podle infektivity nebo sérologicky.

Infektivitou viru rozumíme jeho schopnost snadno nakazit rostliny. Je-li určitý virus značně infekční, je jeho obsah v buněčné šťávě vysoký, tj. ve šťávě je značné množství virových částic. Množství viru se také dá zjistit sérologicky, tzn. je-li virus v buněčné šťávě ve velkém množství, reaguje velmi silně i se značně zředěným specifickým antisérem a tvoří velkou sraženinu (říkáme, že má vysoký titr).

Normální proteiny rostlin jsou poměrně špatné antigeny, ale dosud studované rostlinné viry vyvolávají velmi aktivní tvorbu protilátek, jsou-li vstřiknuty do krevního oběhu zvířat. Antiséra z nich připravená umožňují rychle a snad i spolehlivě měřit množství virového materiálu v nakažených rostlinách, hlavně v listech.

Úspěšná infekce virem záleží jak na fysiologickém stavu hostitelských buněk, tak i na stavu virových částic. Podstatnou vlastností virových částic je infektivita. Většinou se velmi ostře rozlišují infekční a neinfekční částice. Není to však vždy správné; může se stát, že částice, které za určitých podmínek nenakazí zvlášť náchylného hostitele, mohou jej nakazit za podmínek jiných. Předpokládáme, že každá virová částice, která vnikne do živé buňky, může způsobit infekci a podle počtu infekcí pak usuzujeme na infektivitu viru. Stupeň infektivity lze zjišťovat metodou lokálních lesí. Proto se vždy u všech rostlinných virů snažíme najít hostitele, na nichž tyto viry vyvolávají lokální lese. Dnes už známe ohromné množství testovacích rostlin, které se u četných virů dají využít pro metodu lokálních lesí. Metody lokálních lesí (skvrn) se všeobecně užívá při zkoušení a porovnávání rostlinných virů; poskytuje spolehlivé výsledky za předpokladu, že očkovací látky, které srovnáváme, jsou shodné ve všech vlastnostech kromě obsahu viru a že se očkuje na stejné testovní rostliny. Není-li dbáno těchto základních podmínek, mohou závěry z propočtů lokálních lesí vést k nesprávným srovnáním infekčních částic v různých očkovacích látkách, kterých bylo použito. Byly i snahy vysvětlovat vztahy mezi koncentrací virů a počtem lokálních lesí jako analogické při zjišťování koncentrace a ředění bakterií v suspensích zjišťovaných na agarových plotnách (Bald 1937a, b).

Změny v metabolismu hostitele, které jsou způsobeny infekcí virem, mohou být několikeré. Můžeme pozorovat změny ve vzhledu (makroskopické nebo mikroskopické) a chování hostitele (např. odolnost k další nákaze virem apod.). Můžeme dokázat, že šťáva vytlačená z virosní rostliny má látky, které jsou infekční, a má sérologické a jiné fysikálně chemické vlastnosti, které známe u virů. Studiem změn na rostlinách způsobených infekcí virem zjistíme, kolik rostlin je nakaženo a jak, kdežto sérologicky určíme, jaké množství těchto zvláštních látek je v rostlině (podle toho, s jak zředěným antisérem šťáva rostliny reaguje, tj. sráží se). První způsob

je spíše kvalitativní, druhý kvantitativní. Jsou i případy, že rostlina s velmi intensivními příznaky onemocnění nemá vysoký obsah viru a naopak. Tak např. nekrotické skvrny jsou velmi silné příznaky virového onemocnění a nekrosy vůbec jsou, pokud jde o intensitu, nejtěžší příznaky, při tom však velká část ostatních pletiv je zdravá a často se nám ani extrakcí nepodaří získat z nich větší množství viru (Bawden a Pirie 1946).

Množení virů a látky je ovlivňující

Ani zjištění celkového množství viru v extraktu enzymatickými metodami nestačí k vysvětlení, jak se virus v buňkách množí (Bawden a Pirie 1957 a).

Při studiu fysiologických podmínek potřebných pro množení virů mosaiky tabáku se Ryžkov (1956) přesvědčil, že virus se chová jako pravý parasit, a můžeme jej tedy nazývat „parasitní bílkovinou". Zjistil též určitý stupeň autonomnosti viru mosaiky tabáku, pokud jde o podmínky potřebné pro jeho množení, které nejsou vždy shodné s podmínkami vhodnými pro rostliny; virus tabákové mosaiky se rozmnožoval dále i při hladovění rostlin. Určité látky, které jsou prudce toxické pro pletiva listů, jako např. fluorid sodný, mají nepatrný vliv na rozmnožování viru. Jiné látky, např. thiamin, které byly použity v dávkách pro list tabáku neškodných, byly silnými inhibitory viru mosaiky tabáku in vivo.

Ryžkovovi se však nepodařilo stanovit přímou závislost mezi intensitou dýchání listů tabáku a množením viru. Thiamin ovlivňuje dýchání listů jen nepatrně, avšak potlačuje silně množení viru. Také různé aminokyseliny potlačují množení viru mosaiky tabáku, jako např. norleucin, který však potlačuje vzrůst kořínků a značně zvyšuje dýchání listů tabáku. Na množení viru mosaiky tabáku in vivo mají vliv i jiné organické kyseliny, např. kyselina glykolová, která stimuluje množení viru i dýchání listů (Ryžkov a Marčenko 1952, Kolesnikov 1953). Při tom je tato stimulace dýchání větší u listů, v nichž se virus hromadí. Závislost množení viru mosaiky tabáku na enzymech rostlin je jiná než závislost na vlastních růstových procesech rostlin. Dokud se nám ovšem nepodaří pěstovat viry v umělých živných půdách, nebudeme moci říci, zda tyto látky působí přímo na virus nebo také na hostitele. Z těchto pokusů však vidíme, že některé tyto látky působí na rostliny a oslabují jejich růst, potlačují synthesu jejich bílkovin, ale podstatně neovlivňují množení viru, kdežto jiné naopak potlačují množení viru, ale nemají účinek na rostliny.

Je dávno známé, že příznaky ochoření určitým virem se na rostlině mění během vegetace; jsou dokonce známé i případy úplného zastření příznaků. Tyto změny se také liší podle druhu viru a podle hostitele. Příznaky žloutenkových virů jsou intensivnější v létě, kdežto u mosaikových virů se příznaky projevují intensivněji v zimě a na jaře a v létě se zastírají, např. virus mosaiky celeru [*Apium virus 1* (Sev. et Frei.) Smith], virus X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] a Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] z brambor. Jsou dokonce i případy, že některé rostliny jsou v určité době vegetace imunní k nákaze virem. Bhargava (1951) zaznamenal u fazolí (*Phaseolus vulgaris* var. *Prince* a *Bountiful* v Anglii) případ, že tyto odrůdy jsou v létě k nákaze virem okurkové mosaiky imunní, kdežto v zimě, když jsou listy zdravých rostlin očkovány šťávou z rostlin nemocných tímto virem, se na nich objeví zřetelné nekrotické

skvrny, podle kterých lze dokonce zjišťovat kvantitu viru. Pojem náchylnost se často ztotožňuje s pojmem citlivost právě u rostlinných virů, ač oba tyto pojmy mohou znamenat něco jiného; např. některá rostlina je k viru náchylná, tj. snadno se nakazí, ale při tom není zvlášť citlivá, tj. příznaky jsou málo intensivní a mění se podle roční doby.

Těchto vlastností se může využít i v praxi ve šlechtění při zjišťování citlivosti rostlin k některým virům. Schmelzer a Pop (1957) studovali tuto otázku u 62 odrůd fazolí pěstovaných v Německu, zjišťovali jejich náchylnost a reakci na virus mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], virus mosaiky fazolí [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith] a tzv. „rattle" viru u tabáku a zjistili tu podstatné a pro praxi využitelné rozdíly.

Také příprava čistých preparátů některých virů je mnohdy obtížnější v zimě než v létě nebo naopak, poněvadž rostliny mohou obsahovat více nebo méně látek, které při přípravě dělají obtíže. Podobné jevy jsou i při sérologických reakcích.

Vliv světla na rostlinné viry

Světlo je také jedním z činitelů, které souvisí se změnami příznaků na rostlinách nakažených viry během roku. Vhodným osvětlením totiž můžeme u infikovaných rostlin způsobit příznaky, které jsou u nich charakteristické v určité roční době. Zastíněním v létě vyvoláme příznaky, které se normálně projevují v zimě, a naopak v zimě osvětlením dosáhneme často stejných příznaků jako v létě. Je zajímavé, že listy brambor postižených svinutkou nebo i listy řepy postižené žloutenkou mají více glycidů než listy normální, a zastření příznaků na rostlinách snížením osvětlení se proto vysvětluje pouhou redukcí fotosynthesy. Také u listů fazolí (*Phaseolus vulgaris* L.) nebo i *Nicotiana glutinosa* L. zastínění v létě způsobí větší náchylnost k infekci virem mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] a jinými viry (virus nekrosy tabáku - *Nicotiana virus 11* Smith a virus zakrslosti rajčat - *Lycopersicum virus 4* Smith), které na těchto rostlinách vyvolávají větší počet nekrotických lokálních lesí; využívá se toho při studiu koncentrace těchto virů (Bawden a Roberts 1947, 1948). Zdá se, že tento jev je způsoben větší jemností pokožkových pletiv při zastínění (Bawden a Pirie 1952), což také způsobuje větší křehkost listů; proto je třeba při očkování zvýšené opatrnosti. K zvýšení citlivosti rostlin k tvorbě lokálních lesí po očkování stačí, když jsou testovni rostliny 24 hodin před očkováním chovány v temnotě. Jsou-li po očkování rostliny dány do temna, nemá to již vliv na zvýšení množství lokálních lesí, ba naopak u viru zakrslosti rajčat nebo tabákové nekrosy se vytvoří méně lokálních lesí než na listech rostlin stejně očkovaných, ale ponechaných na světle. U viru mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] se zase vytvoří více lokálních lesí, když jsou fazole před očkováním i po očkování ve tmě.

Vliv tepla na rostlinné viry a virosy

Teplota má na příznaky viros u rostlin ještě větší vliv než světlo (Baker a Thomas 1942). Vliv teploty se nejvíc projevuje intensitou příznaků nebo jejich zastřením za vysoké teploty, např. v létě, což je nejná-

padnější u virů mosaikového typu; např. příznaky nervové mosaiky květáku [*Brassica virus 3* (Tompk.) Smith] se za abnormálně vysoké teploty v létě na rostlinách úplně zastřou a rostliny činí dojem zdravých (Kvíčala 1948). Intensita příznaků u nervové mosaiky květáku je v souvislosti i s koncentrací viru a jeho infektivitou, které jsou v souladu. Silnější příznaky na rostlině znamenají také větší infektivitu a koncentraci viru (Pound a Walker 1945). Optimální teplota pro virus ovšem těsně souvisí s optimální teplotou pro rostlinu: infikované rostliny rostoucí za optimálních teplot obvykle také projevují nejzřetelnější příznaky (Pound 1949, 1952). Virus nekrosy zelí (*Brassica virus 1* Smith) vyvolává nejsilnější příznaky na zelí při teplotě 26—28° C, kdežto u *N. glutinosa* L. při teplotě 18—20° C (Kvíčala 1948a).

Náhlé zvýšení teploty až na 50° C v první fázi vegetace brambor napadených virem X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] ohromně zvyšuje obsah viru v pletivech, což se dá zjistit i sérologicky. Zvyšování obsahu viru (asi 100násobně) začíná při teplotě 40° C a dosahuje optima při 50° C, což se blíží kritické teplotě, při níž virus X ztrácí in vitro účinnost (Kozlowská 1953).

Tepelná terapie virosních rostlin

Tepelné terapie bylo využito k léčení rostlin zachvácených virosami. Žloutenka broskvoní [*Prunus virus 1* (Kunkel) Smith] byla vyléčena, když nemocné stromky rostly dlouho při teplotě 35° C (Kunkel 1936a, 1941). Podobně též Kassanis (1949a, 1950) vyléčil hlízy brambor napadené svinutkou [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith] uskladněním při zvýšené teplotě. Potvrdil to též Thung (1952), který tepelnou terapií zbavil maliník virové zakrslosti [*Rubus virus 3* (Melches et Ben.) Smith]. Také u viru zakrslosti rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith) na rajčatech, prsténkovitosti karafiátů (ring-spot) na karafiátech, mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] a pestrobarevnosti abutilonu [*Abutilon virus 1* (Baur.) Smith] se tepelná terapie (36° C) osvědčila (Kassanis 1954). Byla v praxi s úspěchem vyzkoušena i u jiných virů, jak ještě o tom promluvíme dále.

Domníváme se, že přítomnost viru v pletivech závisí na rovnováze mezi jeho množením a normální inaktivací; když se obsah viru sníží natolik, že už je normálně v pletivech inaktivován, tedy jej už nezjistíme. Vysoká teplota také ovlivňuje náchylnost rostlin k infekci. Např. u *Nicotiana glutinosa* L. a fazolí (*Phaseolus vulgaris* L.), které před očkováním byly pěstovány při teplotě 36° C, se zvýšila jejich náchylnost k infekci virem mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], virem nekrosy tabáku (*N. virus 11* Smith a Bald), virem zakrslosti rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith) a virem mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith]. Když tyto rostliny byly po očkování pěstovány při teplotě 36° C, vzniklo méně lokálních lesí než u rostlin pěstovaných při nižší teplotě. Ovšem v tomto případě se všechny zmíněné viry nechovaly stejně.

Harrison (1956) studoval vliv teploty na množení a akumulaci viru nekrosy tabáku v listech fazolí při postupném zvyšování teploty až na 22° C a pak jejím postupném snižování. Zjistil, že tři dny po očkování listy rostlin při teplotě 22° C měly 4000krát více viru než listy rostlin při teplotě

10° C a tisíckrát více viru než listy rostlin při teplotě 30° C. Zdá se tedy, že při teplotě nad 22° C dochází nejen k syntesi, ale také k inaktivaci viru tabákové nekrosy v očkovaných listech. Při teplotě pod 30° C také virus aukubové mosaiky rajčat [*Nicotiana virus 1 C* (Bewley) Smith] tvoří na listech *N. glutinosa* L. nekrotické skvrny, kdežto při teplotě nad 30° C jsou skvrny jen chlorotické. Vysoké teploty nad 36° C v souvislosti s náchylností rostlin k infekci sledoval pokusně Kassanis (1954) u viru bronzovitosti rajčat (*Lycopersicum virus 3* (Brittlebank) Smith] a viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith]. Zajímavé bylo zjištění, že *N. glutinosa* L. při teplotě 36° C před očkováním virem mosaiky tabáku a po něm neprojevoval lokální nekrotické lese, nýbrž chlorotické lese a systemickou infekci, která způsobila pak odumření těchto rostlin, když byly přeneseny do skleníku s normální teplotou.

Náchylnost rostlin k infekci je také ovlivňována ultrafialovým zářením, kterému jsou rostliny vystaveny před infekcí nebo po ní. Citlivost listů fazolí, které jsou po ozáření očkovány virem nekrosy tabáku, závisí na množství ozáření, na době od ozáření do očkování a na tom, zda jsou potom rostliny pěstovány na světle nebo ve tmě. Když jsou očkovány hned po ozáření, je méně nekrotických lesí než u kontrolních neozářených rostlin (Benda 1955). Podrobný rozbor vlivu zatemnění na chemické složení tabákových listů a jejich náchylnost k infekci virem mosaiky tabáku (aukubový kmen) byla sledována již dříve. Humphries a Kassanis (1955) sledovali změny ve složení dusíkatých látek (dusíku nerozpustného, aminového, amidového, čpavkového a nitrátového) u rostlin pěstovaných ve tmě před očkováním aukubovou mosaikou tabáku (*Nicotiana virus 1 C* Smith) a vliv tohoto pěstování na náchylnost k infekci. Zjistili, že obsah nitrátového N byl ve vztahu k infekci; jeho zvýšení zvýšilo náchylnost.

Také obsah vody a sušiny byl v souvislosti s náchylností k nákaze. Biochemický mechanismus všech těchto jevů je však stále nejasný a vztahy mezi virem a hostitelem nejsou tak snadno vysvětlitelné.

Výživa rostlin a virové choroby

Také výživa má značný vliv na vztahy mezi viry a jejich hostitelskými rostlinami, zvláště na náchylnost a citlivost. U viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] dusík zvyšuje náchylnost tabáku k infekci. Fosfor zvyšuje náchylnost k infekci, jen když zvyšuje růst rostlin, a draslík snižuje náchylnost tak, jak zvyšuje růst (Spencer 1935a, b). Také Bawden a Kassanis (1950a, b) zjistili, že fosfor a dusík zvýšily náchylnost k infekci virem mosaiky tabáku, zjišťované počtem nekrotických lesí na *Nicotiana glutinosa* L., jen když se přidaly v množství, které zvýšilo znatelně růst rostlin. Hlavní účinek byl v tom, že se intensivním růstem zvětšila listová plocha a tím i možnost většího počtu nekrotických lesí. Byl tedy vliv fosforu a dusíku na produkci viru ve vztahu s vlivem na růst.

Rozdíly v náchylnosti k infekci, jak se nám jeví buď u celé rostliny nebo u jednotlivých listů v různém stáří, jsou asi také odrazem stavu výživy rostlin. Mladé rychle rostoucí rostliny jsou náchylnější k infekci než staré rostliny, což platí pro většinu virů.

Půdní vlhkost zvýšená na dvojnásobek způsobila rychlý růst brambor

napadených virem X, neovlivnila však množství viru v pletivech (Kozlowská 1953). Zvýšená vlhkost, tj. nadbytečná zálivka rostlin před očkováním, zvýšila náchylnost rostlin k infekci virem mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], virem X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] a virem Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] z brambor; testováno na *N. glutinosa* L. a *N. tabacum* L. (Tinsley 1953). Strukturální změny pletiv usnadnily poškození epidermu při očkování a tím vznikl větší počet vstupních míst pro virové částice.

Inhibice virů

Jsou četné inhibiční látky, které působí na viry většinou in vitro. Zda však mohou obdobně působit in vivo, není zcela jisté, i když jsou to látky, které zjistíme např. ve šťávě vytlačené z rostlin. Jsou-li inhibiční látky použity u rostlin, které je normálně obsahují, mají menší inhibiční vliv na infekci virem než u rostlin, které je neobsahují (Brierley a Smith 1957, van der Raalte a van der Want 1951).

Byly prováděny též četné pokusy působit na množení virů v rostlinách antibiotiky nebo jinými činidly, které brzdí množení virů v buňkách. U virů živočichů se to podařilo. U rostlin je tento problém obtížnější, i když jsou určité náznaky u některých virů a některých hostitelů, např. X choroba broskvoní (*Carpophthora lacerans* Holmes), mosaika karafiátů, u nichž antibiotika zamezují množení viru v pletivech a inaktivují viry in vivo (Stoddard 1942, 1944). Bylo použito thiosulfátu sodného a jiných sloučenin, v jejichž vodných roztocích byly máčeny rouby, očka nebo řízky a tak zbaveny těchto viros.

Interference virů

Ve fysiologii virů je zajímavý jev, ve virologii již s úspěchem používaný, totiž interference mezi příbuznými kmeny téhož viru. Je-li rostlina systemicky onemocnělá určitým kmenem viru, je už imunní vůči jinému kmenu téhož viru. O tomto jevu bylo již mnoho diskutováno, a i když dnes víme, že neplatí bez výjimky, přece se využívá ke studiu příbuznosti virů (tzv. křížový test-cross-protection test). Podstatou křížového testu (cross-protection test) je, že rostlinu, která projevuje systemické příznaky virového onemocnění, očkujeme šťávou z jiné virem nemocné rostliny, abychom zjistili, zda jsou viry příbuzné. Když dojde k zesílení příznaků nebo projeví-li se jiné příznaky, máme za to, že viry příbuzné nejsou. Neobjeví-li se však žádné změny na očkované rostlině a zůstanou-li původní příznaky zachovány, domníváme se, že jde o dva viry příbuzné.

Křížový test neplatí však pro všechny kmeny viru mosaiky tabáku, jak nedávno ukázal Blattný (1956b). Také u viru X brambor neplatí pro všechny kmeny (Matthews 1948a, b).

Jiné metabolické změny virosních rostlin

Rozmanité příznaky virového onemocnění na rostlině ukazují na četné metabolické změny. Do jaké míry jsou virovým onemocněním ovlivněny i enzymatické pochody, není také ještě zcela vyjasněno. U nemocných rostlin jsou změny v poměru glycidu a dusíku. U žloutenkových viros je

větší obsah glycidů, většinou způsobený tím, že se u těchto chorob objevují kallosové zátky a nekrosy v lýku a tím se brzdí odvod glycidů sítkovicemi do kořenů nebo hlíz. U rostlin napadených mosaikovými viry je větší obsah neobvyklých nukleoproteidů, což je příznačné pro tyto choroby. Když jsou rostliny tabáku napadené virovou mosaikou přiměřeně hnojeny, zvyšuje se obsah celkového dusíku v rostlině i jeho procento v sušině. U brambor napadených virovými chorobami se na rozdíl od zdravých zvyšuje redoxpotenciál (Hey 1933, Wartenberg 1938, Odehnal 1939). Bramborové hlízy, které jsou napadeny virovými chorobami, mají větší redukční schopnost, což se také projevuje rychlejším odbarvováním metylenové modře, je-li smíšena s jejich šťávou (Wartenberg a Hey 1936). Také permeabilita buněk z nemocných hlíz brambor je větší (Kaho 1935). U některých viros lilkovitých rostlin, které vyvolávají nekrosu, se jeví v ultrafialovém světle jasně modrá fluorescence, která je velmi nápadná (Eicke a Bode 1947) a která je způsobena zvláštní látkou; isoloval ji Best (1936, 1944, 1948) a nazval skopoletin. Je v nepatrném množství i ve zdravých rostlinách, ale v nemocných rostlinách je meziproduktem infekcí vyvolaným virem. Také poměr růstových látek — auxinů a heteroauxinů — je u nemocných bramborových hlíz napadených virem X nebo i svinutkou jiný než u zdravých. U hlíz nenapadených virovými chorobami činí podíl auxinu a heteroauxinu jen nepatrnou část všech růstových látek, kdežto větší díl tvoří antiauxin. Ve virosních hlízách je menší část antiauxinu.

Neobvyklé nukleoproteidy, které jsou v rostlinách nakažených virem mosaiky tabáku, mohou činit až 10 % sušiny listů (Bawden a Pirie 1946), když bereme v úvahu rozpustné i nerozpustné nukleoproteidy. Jeden ze zjevných fysiologických důsledků infekce virem mosaiky tabáku je zvýšení stupně zralosti (stáří) listů a tato zralost vede potom k mizení normálních proteidů z buněk nemocných listů. Je možné, že normální protein prodělává v nakaženém listě změny, a je také možné, že některé z jeho stavebních látek (aminokyseliny) se potom zúčastní stavby virových nukleoproteidů (Pirie 1950, 1957). Bylo přesně zjištěno, že koncentrace určitých proteidů ve šťávě nemocných rostlin je menší než u stejně starých zdravých rostlin, ale je-li to přímý vliv nákazy virem nebo nepřímý vliv, kterého lze dosáhnout i jiným zásahem zvyšujícím fysiologickou zralost listů, není ještě objasněno. Všechny tyto nezvyklé proteidy, které byly zjištěny v rostlinách infikovaných virem, nejsou vždycky virus a nemají také stejně veliké částice (molekuly) jako viry. (Např. lipoprotein, který byl zjištěn v bramborách nakažených virem Y a nikoliv ve zdravých bramborách.) (Bawden a Pirie 1939.) Význam a původ těchto četných produktů není znám, ač jsou třebas in vivo důležité. Je možné, že tyto změny obsahu proteidů v buněčné šťávě mají vliv na šíření virových chorob hmyzem. Bylo zjištěno, že četné druhy křísků, přenašečů virové žloutenky aster, žijí a prodělávají svoji proměnu daleko lépe na astrách nebo celeru, který je napaden žloutenkou aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith] než na rostlinách zdravých (Severin 1946). Podobně i mšice maková (*Aphis fabae* Scop.) se lépe vyvíjí na řepě napadené mosaikou než na řepě zdravé (Kennedy 1951). I u nás je z praxe známo, že trsy brambor napadené virovou kadeřavkou nebo čárkovitostí jsou obvykle více napadány mšicemi než trsy zdravé.

Rostliny onemocnělé virovými chorobami často projevují příznaky svědčící o tom, že byla porušena normální rovnováha hormonů. Rajčata napadená bronzovitostí mají menší obsah auxinu (Grieve 1943). Také reakce rostlin na hormonální zásahy (např. postřik hormonálními látkami) je u virosních rostlin menší než u zdravých.

Při sledování vlivů různých látek na viry bylo zjišťováno, které metabolické látky v rostlině zabraňují růstu virů; podle toho jsou určité rostliny více nebo méně vhodné pro infekci viry. Právě u imunity rostlin k viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] mají velký vliv vztahy metabolitů vlastní určitému druhu rostlin a nepříznivé pro množení viru mosaiky tabáku (Ryžkov a Marčenko 1952). Jestliže odolnost k viru je podmíněna nedostatkem určitých metabolitů, pozbyla by rostlina jejich zvýšením odolnost. Odrůda tabáku Ambolena je značně odolná k viru mosaiky tabáku, a dojde-li k infekci, je koncentrace tohoto viru u ní malá, což také potvrdil test lokálních lesí na *N. glutinosa* L. Zdá se, že v metabolismu odrůdy Ambolema jsou určití činitelé, kteří omezují virus mosaiky tabáku. Ani působení glykolové kyseliny, ani roztoky cukrů a fosfátů neměly u odrůdy Ambolema účinek na zvýšení tvorby viru tabákové mosaiky; trvalý stimulační účinek měla jen kyselina listová, jak jasně ukázaly testy na *N. glutinosa* L. (Ryžkov 1956).

Metoda metabolitů a antimetabolitů by mohla mít význam i pro praxi, poněvadž tvoří určité základy k chemoterapii virů a přispívá také k poznání fysiologie virů. Objev stimulátorů pro množení virů nám umožní získat větší koncentrace virů, zvláště těch, které pro svou malou koncentraci nejsou třebas přenosné mechanickým očkováním šťávou; slabá koncentrace má také u některých vliv na přenosnost hmyzem. Příčina, proč je některý virus v pletivech určitých rostlin ve značné koncentraci a stejný virus u jiné rostliny zase v koncentraci malé, je dosud neznámá.

Množení virů není možno srovnávat ani s růstem bakterií v umělých kulturách, ani s přímou změnou prekursorů v enzymy, i když u bakteriofágů může dojít k určité syntese prekursorů nukleové kyseliny za přítomnosti chloramfenikolu (Hershey a Melechen 1957). Je to porucha metabolismu buněk hostitelských rostlin, která nejvíce postihuje metabolismus nukleoproteidů; ovšem za jakých podmínek se to děje, není dosud známé.

Kmeny virů (varianty)

Dnes je obecně známým jevem, že rostlinné viry varírují - mutují; proto se v přírodě i v experimentálních podmínkách vyskytují v četných kmenech nebo variantách, liniích a je téměř výjimkou, když tomu tak není. Kmeny se rozlišují podle příznaků na rostlinách a někdy také podle toho, které druhy rostlin napadají.

Tak např. některé kmeny viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] tvoří na listech *N. glutinosa* L. menší počet velkých nekrotických skvrn, kdežto jiné kmeny naopak velký počet malých nekrotických skvrn. Některý kmen viru tabákové mosaiky způsobuje na listech *N. tabacum* L. žlutozelené a tmavozelené skvrny, kdežto jiný kmen vyvolává jasně žluté skvrny apod. U viru X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] vyvolává některý kmen na listech *N. tabacum* L. drobné nekrotické prsténkovité kresby, jiný kmen jemnou žlutozelenou mosaiku.

Jeden kmen viru X z brambor způsobuje na některých odrůdách brambor téměř nezřetelnou mosaiku listů, na jiné odrůdě týž kmen způsobí třeba nekrosu vegetačního vrcholku apod. Vidíme, že rozlišování kmenů virů je nejvíce závislé na náchylnosti jednotlivých testovních rostlin.

Sérologické metody ukázaly, že četné viry, které se zřetelně liší svými příznaky na rostlinách, a byly proto dlouho považovány za nepříbuzné, jsou podle dnešních poznatků sérologicky příbuzné kmeny téhož viru s různou virulencí.

U viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] bylo popsáno na 60 různých kmenů (Jensen 1937) a stále vznikají a jsou popisovány kmeny nové. (Alke kmen a kmen S viru mosaiky tabáku Blattný 1956b). Jejich existence a vznik je více méně jen otázkou techniky jejich identifikace. Četné kmeny virů se vyskytují i ve volné přírodě, ale mnohé vznikají teprve při experimentální práci.

Také u viru X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] bylo popsáno 6 různých kmenů (Salaman 1938) z Anglie. Köhler (1937, 1939a) v Německu popsal 4 kmeny. Změnou virulence těchto kmenů mohou vznikat i další (Bercks 1951).

Příbuzné kmeny v rostlině navzájem soutěží a většinou jeden potlačuje druhý; nemusí tomu tak však být vždy. Ty kmeny, které v přírodě převládají, jsou obvykle virulentnější, snadno se přenášejí a rychle pronikají do celé rostliny. Není-li nově vzniklý kmen viru virulentnější, má malou pravděpodobnost, že přežije za přirozených podmínek, poněvadž nevydrží v soutěži s aktivnějším kmenem. Otázka zjišťování nových kmenů virů je také často problémem vhodných testovnich rostlin; při hledání nových hostitelských rostlin obvykle také vznikají a zjišťují se nové kmeny. Nový kmen určitého viru obvykle poznáme jen podle jeho patogenity, podle příznaků na rostlině nebo podle rozsahu a druhů hostitelských rostlin, které napadá (Bercks 1951, 1953a, b). Důležité je zjištění, že viry mohou měnit svoji virulenci pasáží přes určité hostitelé (Carsner 1925, Johnson J. 1925). U viru americké vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith] dojde k trvalému snížení virulence pasáží přes merlík zední (*Chenopodium murale* L.); změněný kmen viru lze dále udržovat, aniž se virulence změní, i když je přenášen a udržován na řepě, kde jeví jen velmi mírné příznaky. Pasážujeme-li však zeslabený kmen přes žabinec (*Stellaria media* Vill.), nabude opět původní virulence a na řepě pak vyvolává velmi těžké příznaky (Lackey 1929, 1932). J. Johnson (1947) zjistil, že došlo ke změně viru mosaiky tabáku, když rostliny po infekci byly pěstovány při teplotě 35—37° C. Tyto rostliny projevily mírnější příznaky než rostliny současně očkované týmž virem, ale pěstované za nižší teploty. Že šlo o skutečnou změnu viru, nikoliv o vliv teploty na hostitele, bylo pak prokázáno dalším přeočkováním a infekčním testem na *Nicotiana glutinosa* L.

Experimentálně můžeme isolovat nové kmeny (linie — varianty) virů hlavně u těch virů, které na některých hostitelích způsobují lokální nekrotické nebo chlorotické skvrny. Vycházíme z předpokladu, že každá taková skvrna je způsobena jednou virovou částicí. Považujeme proto takto získaný kmen z jedné virové částice za homogenní, pokud ovšem nepodlehne další mutaci. Provádíme to tak, že vyřízneme část pletiv i s lokální lesí a s kapkou vody rozetřeme skleněnou těrkou na podložním sklíčku; potom

přidáme karborundum nebo jiné abrasivum a kaši natřeme touž skleněnou těrkou na listy testovací rostliny. McKinney (1926a, b, 1927) získal tak z viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] četné kmeny tím, že používal k očkování jen částí pletiv listů různé barvy od světle zelené až do jasně žluté. Z jasně žlutých partií isoloval kmen, který dále způsoboval většinou žlutou mosaiku. Podobně Price (1934) isoloval kmeny z viru mosaiky okurek testem na tabáku a pasáží přes *Vigna sinensis* L. (Price 1934). U některých kmenů viru mosaiky okurek jsou určité rozdíly i v přenášení mšicemi (Bhargava 1951). Tyto kmeny se také liší i v rozsahu hostitelských rostlin, na které je lze přenést, termálním (tepelným) bodem inaktivace i konečným bodem zředění.

Obtížnější je mluvit o kmenech těch virů, které nejsou přenosné mechanickým očkováním šťávou. Když známe jejich vektory, snad by se daly některé kmeny rozlišit různou dobou sání potřebnou pro získání nákazy na zdroji a dobou přenesení nákazy, jak je tomu u americké vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Bonc. et Hart.) Smith] (Giddings 1940, 1941a). Byly zjištěny také určité kmeny u viru žloutenky aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith], u níž se kalifornský kmen přenáší jiným druhem křísky než tzv. newyorkský kmen (Severin 1934). Jsou též dva kmeny viru žluté zakrslosti brambor [*Solanum virus 16* (Barr. et Chupp.) Smith], přenosné specifickými křísky (Black 1940b, 1944).

Nové kmeny (varianty) viru X u brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] vznikají u nově vyšlechtěných odrůd brambor (Köhler 1941a) a dají se dosti dobře rozdělit na dvě skupiny podle inaktivační teploty. U jedné skupiny kmenů viru X je inaktivační teplota viru v surové šťávě zahřívané 10 minut kolem 75° C a u druhé skupiny kmenů kolem 68° C. Obě tyto skupiny kmenů se od sebe liší i sérologicky (Stapp a Bercks 1940, Stapp a Marcus 1943, Matthews 1948b). U viru Y z brambor se i v přírodě vyskytují různé kmeny (Bawden a Kassanis 1947b).

Největší známá variabilita je u viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith]. Zde známe dvě skupiny kmenů, žluté kmeny a obyčejné zelené kmeny, z nichž vznikly žluté kmeny mutací. Žluté kmeny se obvykle šíří v rostlině pomaleji, a jsou-li ve směsi se zelenými kmeny, obvykle zelené kmeny převládnou, jsou virulentnější. Ale i ve žlutých kmenech mohou být určité virulentnější varianty, které nazýváme aukubové kmeny nebo zkrátka aukubové mosaiky. Objevují se na tabáku (*N. tabacum* L.), rajčatech (*Solanum lycopersicum* L.) a mochyni (*Physalis* sp.) (Blattný 1956b). Také u viru nekrosy tabáku (*Nicotiana virus 11* Smith) byly zjištěny tři kmeny, které se od sebe liší velikostí i tvarem krystalků (Bawden a Pirie 1942), a v praxi obvyklý virus nekrosy tabáku je vždy směsí těchto kmenů. Schramm (1943, 1948) zjistil vedle sérologických rozdílů i chemické rozdíly u zelených kmenů (variantů) viru mosaiky tabáku.

Mutace rostlinných virů

Obtížné je dokázat, které faktory ovlivňují tvorbu nových kmenů a působí mutace. Z dosavadního jsme viděli, že viry varírují buď tím, že je pasážujeme opětovaně přes nové hostitele, nebo očkované rostliny vysta-

víme nezvyklým vnějším podmínkám. Nastalé změny se objeví náhle a jsou stálé, takže zde můžeme volit výraz mutace. Nevíme však přesně, zda tyto zákroky vyvolaly skutečnou mutaci, nebo jen umožnily, aby ze směsi kmenů převládl za daných podmínek některý kmen a potlačil ostatní. Víme, že některé kmeny virů interferují na jednom hostiteli tak, že se žádný z nich neprojeví zřetelnými příznaky a k selekci jednoho z nich dojde až pasáží některým vhodným hostitelem nebo tím, že k očkování volíme jen část pletiva listu, který projevuje nezvyklé příznaky. Tak např. zeslabení viru vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith] pasáží přes *Chenopodium murale* L. a pak opět jeho zesílení do původní virulence pasáží přes *Stellaria media* Vill. můžeme vysvětlit dvojím způsobem: Buď se pasáží přes *Ch. murale* L. odfiltroval virulentní kmen a zůstal jen slabý kmen a nepatrné stopy kmene silnějšího a novou pasáží přes *S. media Vill.* se odfiltroval slabý kmen a pomnožil se a zůstal jen kmen silný. Druhé vysvětlení by bylo, že pasáží přes *Ch. murale* L. i *S. media* Vill. vznikají noví mutanti viru vrcholkové kadeřavky cukrovky. Tytéž pochody mohou být i u kmenů viru X z brambor. Mutanti mohou vznikat i působením světla, tepla, rentgenovým zářením, ultrafialovým zářením, výživou apod., hlavně u viru mosaiky tabáku (Bernal a Fankuchen 1941).

Že některý hostitel může vskutku působit jako filtrační rostlina pro směs kmenů a nikoliv tak, že by způsoboval mutace, je známo u viru mosaiky tabáku na hostitelské rostlině máčka vodní (*Eryngium aquaticum* L.). Virus mosaiky tabáku, který se na máčce vodní původně přirozeně vyskytoval, měl vždy některé kmeny, které byly pro tabák avirulentní, nezpůsobovaly systemickou nákazu. Když byla zdravá rostlina *E. aquaticum* L. očkována virulentním kmenem viru mosaiky tabáku, vždy onemocněla systemicky avirulentním kmenem. Bylo-li použito virulentních kmenů vzniklých z jednotlivých lokálních lesí, nikdy nedošlo k systemické infekci *E. aquaticum* L. Když se pak tyto kmeny dále množily bez zvláštní selekce, nakonec opět způsobovaly systemickou infekci na *E. aquaticum* L., z které se znovu získal avirulentní kmen. Množí-li se varianty, které nejsou schopny vyvolat systemickou infekci na *E. aquaticum* L., na tabáku, vzniknou z nich varianty (kmeny), které se stále víc množí, ač je jich tolik, že mohou na rostlině převládnout a způsobit systemickou infekci na *E. aquaticum* (Johnson J. 1946).

Rostliny nakažené některými viry jsou vlastně nakaženy směsí kmenů, které již dříve vznikly, takže pasáž přes nové hostitele jen selektuje určité kmeny, ale nezpůsobuje již mutace. Jak již bylo řečeno, nejvíce mutantů je u virů přenosných mechanickým očkováním šťávou, a nikoliv hmyzem, např. virus mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], virus X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith], virus tabákové nekrosy (*Nicotiana virus 11* Smith) apod.

Děly se také pokusy vyvolat mutace virů chemickými látkami, které reagují s aminovou nebo karboxylovou skupinou virové molekuly, ale nepodařilo se to, ač infektivita viru nebyla poškozena (Miller a Stanley 1941).

Jaké jsou vnitřní reakce mezi viry a jejich hostiteli, které se pak projevují zevními příznaky, není známo. Víme jen, že intensita příznaků není vždy v závislosti na množství — koncentraci — virů. U viru mosaiky

tabáku a viru X z brambor většinou ty kmeny, které způsobují mírné příznaky na rostlině, mají větší koncentraci viru ve šťávě než kmeny, které způsobují příznaky silné. Také v přírodě obvykle lépe přetrvávají kmeny virů, které se projevují mírnými příznaky, např. u viru X z brambor. Odrůdy brambor, které reagují na virus X silnými příznaky, se obvykle z pěstování vylučují, naopak se dále pěstují odrůdy se slabými příznaky, ač jsou totálně napadeny virem X. Také při negativních výběrech v porostech brambor se vylučují ty rostliny, které projevují silné a zřetelné příznaky, takže se tím vlastně umožňuje selekce kmenů s mírnými příznaky, kterými pak jsou některé odrůdy totálně zamořeny.

Antagonismus a tolerance virů

Ve volné přírodě bývají některé druhy rostlin obvykle napadány nejen směsmi kmenů téhož viru, ale mnohdy i několika různými druhy virů. Nejčastěji to bývá u brambor, tabáku, rajčat, košťálové zeleniny, jahodníku, maliníku, chmele, ovocných stromů a četných jiných. Reakce rostlin na toto napadení může být různá jak u směsí kmenů, tak i směsí druhů virů. Je-li rostlina očkována dvěma odlišnými kmeny téhož viru buď odděleně, nebo současně, tu obvykle se oba kmeny viru množí a lze to poznat i podle vnějších příznaků. Když však jeden z těchto kmenů má vyšší pomnožovací schopnost, může se stát, že potlačí druhý kmen, a mluvíme tu o antagonismu obou kmenů. V případě, že se vedle sebe nezávisle množí, mluvíme o toleranci obou kmenů. Stane-li se však, že oba kmeny na téže rostlině způsobují celkové zesílení vnějších příznaků, mluvíme o synergismu virů. Tyto jevy mohou nastat i v případě, kdy jde o různé druhy virů (Bawden a Kassanis 1945, Norris 1951).

Imunita

Ovšem ne ve všech případech se dá podle příznaků na hostiteli usuzovat na složky (kmeny) určitého viru, protože ne vždy dochází při očkování různými kmeny téhož druhu viru ke smíšené nákaze. Když je např. list určité rostliny již se zřetelnými příznaky virové choroby očkován druhým virem nebo kmenem téhož viru, nedojde vždy k superinfekci; druhý virus nemusí být rostlinou prostě přijat. Tento jev v živočišné virologii nazýváme získanou imunitou. U rostlin ovšem nejde o imunitu, na jakou jsme zvyklí u živočichů; zde jde vlastně o konkurenci virů. Jeden virus se již pevně zakotvil v buňkách a při tom spotřeboval ke své stavbě všechny vhodné látky, takže tam již nejsou látky, ze kterých by se mohl množit virus druhý. Těchto látek je potřeba určité minimální množství pro každý virus a někteří badatelé zde razili teorii, nebo lépe řečeno hypotesu o minimálním množství stavebních látek (Köhler a Hauschild 1947).

Antagonismu příbuzných virů se užívá v experimentální praxi a je znám pod názvem křížový test, křížová imunita (cross immunity, cross-protection test nebo také praemunita) (Quanjer 1942, Köhler 1943, 1951). Na tento jev po prvé upozornil Thung (1931, 1947) a propracoval jej u viru mosaiky tabáku. Při studiu povahy a rozmístění dvou nebo více virů v rostlině, kterými ji současně infikujeme, Thung zjistil, že jeden virus, přítomný v buňce, může působit antagonisticky proti druhému, který se

snaží do buňky vniknout, a dokonce mu v tom zabránit. Thung doslovně říká: „Že tomu tak je, lze ukázat na tom, že když virus obyčejné mosaiky tabáku je očkován na tabák, který již jeví příznaky bílé mosaiky tabáku, neprojeví se na této rostlině již příznaky obyčejné mosaiky.“ Také očkování šťávou z tabáku s příznaky bílé mosaiky, který byl dvakrát po sobě v intervalech očkován obyčejnou mosaikou tabáku, vyvolává na zdravých rostlinách jen příznaky bílé mosaiky, což ukazuje dokonce i na to, že virus obyčejné mosaiky tabáku není v takové rostlině zastoupen ani v latentní formě. Podobně také rostlina napadená obyčejnou mosaikou tabáku nikdy po očkování neochuraví bílým kmenem viru mosaiky tabáku, nebo jen ve výjimečných případech.

Podobný objev učinil i Salaman (1933, 1938) při studiu kmenů viru X z bramborů, ovšem s tím rozdílem, že ze směsi kmenů viru isoloval kmen s tak nízkou virulenci, že jím nakažené rostliny byly často považovány za zdravé. Infekce tímto jen slabě virulentním kmenem úplně ochránila bramborové rostliny před infekcí virulentnějším kmenem viru X. Salaman tyto pokusy se stejným výsledkem konal také na durmanu (*Datura stramonium* L.), tabáku (*Nicotiana tabacum* L., *N. glutinosa* L.) a bramboru (*Solanum tuberosum* L.). Tento málo virulentní kmen viru X nazval Xh kmen. Bawden (1934) zjistil též, že g-kmen viru X z brambor chrání tabák a brambory proti d-kmeni viru X. Ainsworth et al. (1934) ukázali, že g-kmen viru X u rajčat má ochranný účinek proti virulentnějším kmenům d a n.

Kunkel (1934) tvrdí, že tabák nakažený obyčejnou mosaikou tabáku je chráněn před aukubovou mosaikou (kmen C-viru mosaiky tabáku). Blattný (1956b) prokázal, že tomu tak není; šlo-li o kombinaci viru obyčejné tabákové mosaiky a kmene C téhož viru, převládly někdy příznaky jednoho kmene, zpravidla obyčejné tabákové mosaiky, přítomnost kmene C se však dala zjistit přeočkováním na *Physalis alkekengi* L., což souhlasí i s dříve vysloveným názorem. Blattný se domnívá, že tu jde o koexistenci kmenů v rostlině, a to těch, které si na sebe dávno navykly. Caldwell (1935) také zjistil, že zelený kmen viru mosaiky tabáku chrání rostlinu proti žlutému kmeni. Price (1934) zjistil podobný jev u obyčejné mosaiky okurek, která chrání rostliny proti nekrotickému kmeni téhož viru.

Úplná praemunita čili tzv. křížová imunita mezi kmeny viru mosaiky okurek není, poněvadž ani jeden kmen viru mosaiky okurek úplně nepronikne do všech buněk hostitelské rostliny, a ponechá tedy místo pro jiné kmeny. Podle těchto autorů se mohou na rostlině okurky množit současně nejméně dva kmeny viru mosaiky okurek. U testovací rostliny *Vigna sinensis* L. je praemunita jednotlivých kmenů viru mosaiky okurek větší než u okurky.

Podobnou interakci u broskvoní onemocnělých virem maloplodnosti (little peach — *Prunus virus 1A* Smith) a virem žloutenky broskvoní [*Prunus virus 1* (Kunkel) Smith] ukázal Kunkel (1936b). Salaman (1937) prokázal, že nákaza zeslabeným virem chrání brambory do určité míry proti viru Y. Tyto jevy Salaman celkově nazývá získanou imunitou a dodává, že stupeň ochrany záleží hlavně na dvou činitelích: 1. na stáří užitých rostlin, 2. na délce doby mezi oběma očkováními. Velký vliv na tyto jevy má ovšem také rychlost růstu rostlin, roční doba, osvětlení a hnojení. Virus C z brambor, který je příbuzný viru Y [*Solanum virus 2*

(Orton) Smith] a je vlastně jeho kmenem s určitými typickými vlastnostmi, jak bylo sérologicky prokázáno, je ve šťávě rostlin jen ve velmi slabé koncentraci; při tom však rostliny chrání před infekcí obyčejným kmenem viru Y (Bawden a Sheffieldová 1944). K podobným závěrům jako Salaman došel při studiu viru X z brambor i Köhler (1934b a Bald 1948).

Pokud jde o imunitu rostlin k virosám, nelze tu aplikovat metody živočišné imunologie, poněvadž imunita u živočichů je podstatně vázána na krevní oběh a na příbuzný oběh lymfy, umožňující dokonalý styk mezi všemi částmi a všemi buňkami živočišného těla. U rostlin je ovšem obraz docela jiný, poněvadž u vyšších rostlin není oběh, který by odpovídal cirkulaci krve u zvířat, ač buňky lýka a dřeva vedou látky shora dolů a zdola nahoru (Price 1940). Četné práce ukázaly, že buňky lýka mohou být infikovány třebas nejvirulentnějším virem a přitom celkově může rostlina zůstat bez příznaků choroby.

Imunitu k virovým chorobám rostlin rozděluje Price do čtyř hlavních skupin:

1. Přirozená celková imunita znamená, že rostlina je k určitému viru imunní, virus na tuto rostlinu nepřechází.

2. Přirozená místní — lokální imunita znamená, že nákaza určitým virem se projeví jen na určitých částech rostlin, např. na květech nebo na plodech, a listy jsou k nákaze imunní, nebo se nakazí jen děložní listy a nikoliv listy pravé; lze tedy určitým virem nakazit rostlinu, jen když očkujeme děložní listy.

3. Získaná aktivní imunita vůči virům prakticky u rostlin neexistuje; je obvyklá u živočichů, v jejichž těle jsou látky, které ničí určité viry.

4. Získaná pasivní imunita je vlastně u rostlin, které onemocnějí určitým mírným kmenem některého viru a obvykle se pak už nenakazí silnějším kmenem téhož viru.

Zajímavé studie o získané imunitě konal Wallace (1940, 1942) s virem vrcholkové kadeřavky cukrovky [*Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith] na tabáku a rajčatech. Virus přenášel roubováním a křísky. Cituje také starší práci Wingardovu (1928), který zjistil, že v tabáku nakaženém virem prsténkovitosti (ring-spot) tabáku [*Nicotiana virus 12* (Fromme) Smith], příznaky zmizely, jakmile odrostl, a nové listy byly bez příznaků. Když se je však pokoušel znovu nakazit týmž virem, nepodařilo se mu to. Wallace nazývá tento jev zotavením rostliny. U některých rostlin je pak toto zotavení takové, že těžko rozlišujeme mezi rostlinami zdravými a zotavenými. Avšak zotavené rostliny jsou vždy odolné k nákaze virem, kterým již jednou byly nakaženy a jehož přítomnost se u nich dá zjistit, ale v oslabené formě. Wallace pozoroval toto zotavení z příznaků i u rajčat a tabáku nakažených virem vrcholkové kadeřavky cukrovky [americká kadeřavka — *Beta virus 1* (Boncq. et Hart.) Smith]; takové rostliny se nikdy nepodařilo znovu nakazit tímto virem. Tuto vlastnost nazývá získanou imunitou.

Získaná imunita u tabáku a rajčete se dokonce dá přenést na zdravé rostliny roubováním výhonků ze zotavených rostlin. Roubované rostliny jsou pak imunní k nákaze virem vrcholkové kadeřavky cukrovky. Wallace říká, že pravděpodobně je v takových rostlinách určitá látka, která se dá přenést a která je činí imunními vůči napadení specifickým virem

stejně, jak je to u získané imunity zvířat. Tento názor je ovšem jinými autory popírán. Výše popsaný jev se dá dobře vysvětlit i tak, že tu jde o oslabený kmen, který se roubem přenesl, a tím se rostlina stala imunní. Price (1940) k tomu správně poznamenává, že tu vlastně nejde o získanou imunitu v pravém slova smyslu, nýbrž o získanou toleranci vyloženě buněčného typu, tj. souvisící s přítomností oslabeného viru v buňkách.

U zvířat je získaná imunita aktivní nebo pasivní. Aktivní imunita znamená, že jsou v těle látky, které ničí virus, pasivní imunita je tehdy, když se ochranné látky musí napřed do těla zvířete očkovat. U rostlin však pod pojmem získaná imunita rozumíme jev, kdy virus je v rostlině přítomen a rostlina jeho přítomnost toleruje; to právě podmiňuje získanou imunitu, která trvá tak dlouho, dokud je virus v pletivech. Kozlowská (1947) vyvolala imunitu rostlin tabáku k viru mosaiky tabáku tím, že zálivkou přidala 4 g molybdenanu amonného k jedné rostlině. Když pak dále byly rostliny zalévány vodou a v nových výhoncích a listech nebyl již přítomen molybdenan amonný, mohly být tyto výhonky nakaženy virem mosaiky tabáku. Do starých listů, kde byl molybdenan přítomen, virus nepřešel. Je to jeden z mála důkazů, kdy se podařilo vyvolat imunitu k virům u rostlin chemickými látkami.

Úplná praemunita, to znamená úplné znemožnění rozmnožování druhého viru, se dá očekávat jen tehdy, když všechny buňky listu, který očkujeme, jsou prvním virem úplně proniknuty. Není-li tomu tak, rozmnoží se dodatečně očkovaný virus v těch pletivech, kde dosud jiný virus nebyl, a zůstane tam lokalisován. Antagonismus obou virů se tedy projeví podle toho, jak brzy po očkování prvního viru očkujeme druhým virem: čím později, tím je praemunita větší, čím dříve, tím je menší. Matthews (1948b) zjistil, že u viru X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] očkovaného na *Datura tatula* L., nejsou zelené plošky lemující listové nervy odolné k další nákaze jiným kmenem viru X a že ty kmeny virů X, které dovedou ještě dodatečně nakazit *D. tatula* L., mají určitou antigenní složku, která není u obyčejných kmenů viru X.

Vzájemný antagonismus nebyl pozorován mezi viry, jež jsou druhově odlišné. Proto má praemunita čili křížová imunita velký význam pro hrubě určení druhové příslušnosti některých virů; musí se však provádět pouze mechanickým očkováním šťávou. Roubováním se příbuznost nebo nepříbuznost zjistit nedá. Očkovat druhým virem se musí tehdy, když je první virus v pletivech řádně rozmnožen; očkovat můžeme jen ty hostitele, na nichž druhotně očkovaný virus způsobuje zřetelné příznaky. Jde-li o dva viry druhově odlišné, které očkujeme na téhož hostitele, oba se na rostlině projeví více méně v samostatných příznacích nebo v příznacích zvlášť zesílených. Očkujeme-li např. list durmanu (*D. stramonium* L.), který má zřetelné příznaky viru X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] virem mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], objeví se na očkovaných listech typické lokální nekrotické skvrny jako na zdravém durmanu očkovaném jen virem mosaiky tabáku. Není tedy množení viru mosaiky tabáku v durmanu ovlivňováno přítomností viru X. Také u tabáku s mosaikou tabáku, který dodatečně očkujeme virem X z brambor, se virus X normálně rozmnožuje, není brzděn virem mosaiky tabáku a nedojde ke snížení koncentrace obou virů (Köhler 1943).

Zajímavý antagonismus zjistili Bawden a Kassanis (1945) u viru Y

z brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] a viru leptavé mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 7* (Johnson) Smith]. Na tabáku, který byl očkován oběma viry, nemůže silný kmen viru leptavé mosaiky potlačit virus Y, ale rozmnožuje se jen v těch částech pletiv, kam nevnikl virus Y. Očkujeme-li však tabák, který je již nemocný virem leptavé mosaiky tabáku (silný kmen), virem Y, virus Y se nemůže již v pletivech uchytit a oba viry jsou v tomto případě antagonistické. Vysvětluje se to tím, že v hostitelské rostlině napadené silným kmenem viru leptavé mosaiky tabáku byly spotřebovány všechny stavební látky pro tento virus a virus Y náhodou potřebuje pro rozmnožování tytéž látky. V prvním případě, kdy oba viry současně očkujeme na rostlinu, současně se v ní množí a teprve později je virus Y vytlačen z pletiv virem leptavé mosaiky tabáku, bychom mohli říci, že dochází působením viru leptavé mosaiky k rozpadu viru Y a rozpadlé látky se účastní tvorby viru leptavé mosaiky.

McWhorter a Price (1949) zjišťovali, zda se dva druhově odlišné viry mohou v buňkách rozmnožovat vedle sebe. Cytologicky vyšetřovali buňky tabáku, který byl nakažen směsí viru leptavé mosaiky tabáku a virem mosaiky tabáku a zjistili v buňkách pro oba viry charakteristické inkluse (zvláštní tělíska): jehličkovité krystalky v plasmě, charakteristické pro virus mosaiky tabáku, a krystalky v jádře buněk, jež jsou zase charakteristické pro virus leptavé mosaiky tabáku. Interference mezi oběma viry nebyla zjištěna.

Thung (1947) rozeznává čtyři typy interakcí virů očkovaných na touž rostlinu:

1. Úplná dominance jednoho viru nad druhým a po určité době pouze jeden z obou virů se objeví v mladých částech hostitelské rostliny.
2. Částečná dominance, kdy jeden virus dominuje nad druhým jen částečně, pokud jde o některé jeho jevy: např. barva bělavé mosaiky tabáku převládá nad znetvořující mosaikou, ale přes to se znetvoření projevuje.
3. Fixovaná rovnováha, kdy se oba viry stejně projevují na nově vyrostlých listech hostitele nezávisle na tom, kde byla rostlina očkována a kdy, zda současně nebo postupně oběma viry.
4. Regulovatelná rovnováha, kdy rozličné mladé části hostitele, které jsou jedním z dvou virů zachváceny, mohou být předem určeny právě způsobem očkování.

Komplexní virosy

Některé kombinace nepříbuzných virů na téže rostlině vedou k zesílení příznaků, působí synergisticky. Tyto případy známe z praxe hlavně u brambor, rajčat, květáku, chmele apod. U brambor kombinace viru X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] a viru A [*Solanum virus 3* (Murphy) Smith] způsobuje obvykle těžkou kadeřavku u některých odrůd, podobně i virus X a Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith]. Virus svinutky brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith] spolu s virem X a Y vyvolávají těžkou zakrslou kadeřavku. U rajčat virus tabákové mosaiky a virus X z brambor způsobují těžkou nekrotickou proužkovitost stonků.

Také u chmele jsou četné komplexní virosy, ba čisté viry se u chmele vyskytují jen velmi zřídka. Většinou jde o ochuravění komplexní, která jsou velmi těžká. Příznaky některých viros u chmele mohou být i latentní

a pololatentní. Blattný a Osvald (1950) považují za možné, že v takovém komplexním onemocnění existuje hlavní virus, na který se vážou vedlejší viry, které se však mohou odloučit a vázat i s jinými viry. Hlavní viry považují za jádro a kombinace hlavních virů na jedné rostlině pokládají za řídké a téměř nemožné. Chmel s typickou těžkou deformací listů jako hlavním příznakem zřídka kdy současně onemocní typickou skelnou kadeřavostí, která je hlavním virem v komplexu kadeřavosti. Tyto hlavní viry mohou být opět repulsivní nebo atraktivní. Repulsivní hlavní viry odpuzují jiné vedlejší, kdežto atraktivní hlavní viry zase vedlejší viry přitahují a sdružují se s nimi na rostlině. Tyto hypotesy nebyly dosud experimentálně potvrzeny, ale mají význam pro praxi jako determinační pomůcka.

SÉROLOGIE ROSTLINNÝCH VIRŮ

Antigenní vlastnosti rostlinných virů, a to po prvé u brambor, objevil Dvorak (1927), který připravil antisérum k antigenu zdravých brambor a k antigenu brambor nemocných virovou mosaikou (virem X). Srážecími (precipitačními) testy pak ukázal, že šťáva jak zdravých, tak i nemocných brambor má antigenní látky, které po vstříknutí do krve zvířat vyvolávají tvorbu specifických protilátek. Sérum z krve těchto zvířat reaguje se surovou šťávou brambor zvláštním způsobem. Sérum připravené z nemocných brambor reagovalo se šťávou z nemocných brambor silnou a nápadnou precipitací (sražením), kdežto se šťávou ze zdravých brambor jen slabou precipitací nebo se vůbec nesráželo. Naopak sérum připravené ze zdravých brambor reagovalo silněji se šťávou z brambor zdravých než z brambor nemocných. To byly první náznaky sérologie rostlinných virů, i když se později ukázalo, že všechny brambory, které Dvorak zkoušel, byly vlastně infikované virem, i když neprojevovaly vnější příznaky. Tím se také vysvětluje vyšší titr, tj. obsah protilátek, v séru jím vyrobeném než později u jiných autorů, kteří pracovali skutečně s bramborami prostými viru.

Antigen charakterisujeme jako látku, která vede k tvorbě specifických protilátek, projevujicích se vhodnými reakcemi antigenně protilátkovými in vitro nebo in vivo. In vitro jsou to precipitace (srážení), aglutinace (vločkování), rozpouštění (lyse) a neutralisace. Že některá látka má antigenní vlastnosti, znamená, že má schopnost tvořit v krvi zvířete, jemuž je vstříknuta, specifické protilátky. Antigen a protilátka reagují na sebe velmi specificky, to znamená, že protilátky reagují jen s tím antigenem, kterým bylo imunisováno tělo zvířete. Tedy antigenem můžeme též nazývat látky, které dovedou pravidelně vyvolat tvorbu protilátek. Specifičnost protilátek je jejich nejdůležitějším znakem.

V rostlinné virologii považujeme virus za antigen, ač tomu tak ve skutečnosti nemusí být, ale v každém případě má vlastnosti antigenu.

Protilátky, které se objeví v krvi imunisovaného zvířete, jemuž jsme pravidelně vstřikovali antigen (virus), zůstanou po sražení krve v krevním séru. Toto sérum, které bylo získáno z krve zvířete imunisovaného např. virem tabákové mosaiky, můžeme nazývat antisérem proti viru tabákové mosaiky.

O další rozvoj sérologie rostlinných virů se zasloužila Purdyová-Bealová (1929), která připravila antiséra k antigenu šťávy zdravého tabáku a k antigenu šťávy tabáku napadeného virovou mosaikou tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith]. Zjistila, že antigenní látky jsou v rostlinách jak zdravých, tak i nemocných; když však antisérum z nemocného tabáku je úplně vysráženo šťávou zdravého tabáku, reaguje ještě dalším srážením se šťávou tabáku nemocného a také se šťávou jiných rostlin nemocných virem mosaiky tabáku; se šťávou rostlin nemocných jinými viry se nesráží. Totéž potvrdil v dalších pracích i Gratia (1933). Antisérum připravené ze šťávy rostlin nemocných určitými viry, např. virem mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] nebo virem prsténkovitosti tabáku [*Nicotiana virus 12* (Fromme) Smith], precipituje jen se šťávou rostlin nemocných příslušnými viry (kromě případů, kdy je rostlina nemocná komplexem virů, nebo případů sérologické příbuznosti dvou nebo několik virů). Je jisté, že virosní rostliny mají specifické antigeny, takže sérologických testů se může užít k identifikaci virů.

Povahu a chemické složení antigenů se nepodařilo prokázat. Víme, že jsou to látky rozpustné, s velkou molekulou, a jsou dosti složité. Jsou to bílkoviny a většina autorů se shoduje v názoru, že antigeny jsou vlastní virové bílkoviny, které specificky reagují s protilátkami (Matsumoto a Somazawa 1931). Bylo to také prokázáno tím, že když se šťáva rostlin nemocných virosami filtruje porcelánovým nebo jiným tzv. bakterijním filtrem, podrží si filtrát antigenní vlastnosti (Birkeland 1934, Spooner a Bawden 1935). Při pokusech, které inaktivují virus, bylo zjištěno, že inaktivace, jež zničí virus, zničí pravděpodobně i jeho sérologickou účinnost. Se snižující se infektivitou viru při inaktivaci se také úměrně snižuje jeho sérologická účinnost (Bawden a Pirie 1936). Tak také např. ředěním se ztrácí nakažlivost viru ve šťávě a tím i sérologická účinnost. Konečná hranice sérologické účinnosti je vždy nižší než konečná hranice zředění. Je tedy sérologický test citlivější a přesnější pro stanovení viru ve šťávě. Sérologicky se dá virus zjistit i tehdy, když už ani na rostlině nevyvolává patrné příznaky onemocnění.

Pokud jde o inaktivaci a sérologickou účinnost, jsou tu některá zajímavá zjištění. Některými pochody se totiž viry ve šťávě z rostlin inaktivují, avšak neztrácejí sérologickou účinnost; mluvíme pak o inaktivaci bez ztráty sérologické účinnosti. Tyto případy jsou známé u některých virů tabáku i rajčat, které jsou ve šťávě inaktivovány působením různých chemikálií, např. formalinem, peroxydem vodíku, zahřátím nebo působením ultrafialového záření, rentgenovými paprsky apod. (Bawden a Pirie 1936, 1938b, Stanley 1934a, b, 1935a, b). Často o tom rozhoduje i pH a teplota, jak bylo např. zjištěno při inaktivaci viru X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] kyselinou dusičnou (Bawden, Pirie a Spooner 1936).

Tyto případy by na první pohled svědčily o tom, že specifický antigen ve šťávě z nemocných rostlin není virus. Ovšem není tomu tak. Tyto vlivy působí na virus tak, že se stává neinfekčním vůči rostlině, ale jeho částice nejsou rozrušeny a není porušena ani jeho antigenová skupina. Okolnost, že antisérum připravené z infikované šťávy a míchané se šťávou rostliny onemocnělé virem, proti kterému bylo připraveno, specificky neutralisuje nakažlivost viru, opět zdůrazňuje blízkou souvislost viru a antigenu.

Sérologická reakce šťávy z nakažené rostliny je přímo úměrná obsahu viru ve šťávě, což bylo potvrzeno i purifikáty (čistými nebo částečně čistými preparáty nebo dokonce krystalisovanými preparáty rostlinných virů).

Antisérum rostlinných virů se připravuje způsobem v sérologii obvyklým, tj. vstřikováním (injikováním) buď čistých nebo částečně vyčištěných preparátů virů zvířatům, nejlépe králíkům, ale i koním, křečkům nebo i jiným (Pozděna a spol. 1956). Pokud není možné virus ze šťávy připravit v čištěné formě, lze k injekcím použít i surové odstředěné šťávy z nemocných rostlin. Ta se pak obyčejně vstřikuje vnitrobřišně (intraperitoneálně). Čisté preparáty se pak vstřikují do žil, nejlépe do ušní žíly (intravenosně). Tato metoda obvykle vyvolává v těle zvířete tvorbu většího množství protilátek rychleji než metoda intraperitoneální. Na tvorbu protilátek má vliv mnoho faktorů, z nichž na předním místě je individualita zvířete, jemuž je antigen vstřikován. Přísadou některých látek, jimiž se zadržuje resorpce antigenu, je možné zvýšit dávku antigenu a dosáhnout pomalého a trvalého vstřebávání do krve zvířete, což působí příznivě na tvorbu protilátek.

Protilátky jsou bílkovinného charakteru o vysoké molekulární váze. Jsou odolné vůči teplotě 60—70° C. Vytvářejí se jen v těle teplokrevných živočichů. Skutečný obsah protilátek v antiséru neznáme, udáváme jej titrem, což je zředění antigenu až k hranici účinnosti séra; nevíme však, zda je protilátek ve zředěném séru více nebo jsou-li účinnější při menším kvantu, nevíme tedy, zda titr séra určuje kvalita nebo kvantita (Jermoljev a Hruška 1939a, b, 1947). K imunisaci a přípravě antisér rostlinných virů bylo vedle jmenovaných zvířat v ojedinělých případech použito i morčat a drůbeže (Chester 1934, 1935a, b, 1936a, b, Newton a Edwards 1936). U králíků se k imunisaci používá obvykle jedné injekce do ušní žíly. Purdyová-Bealová (1929) použila pěti intravenosních injekcí po dvou dnech a šestou injekci pak po 20 dnech; za 14 dní po šesté injekci králík vykrvácel. Lepší ovšem je vykrvácet králíka asi za týden po poslední injekci po předchozím jednodenním hladovění (Jermoljev a Hruška 1947). Vstřikujeme-li čistý preparát viru, má to výhodu, že připravené antisérum nemá potom protilátky k normální rostlinné bílkovině.

Je lépe, můžeme-li imunisovat zvíře čistým preparátem viru; dosáhneme tak vždy vyššího titru. Není to však u všech virů možné, proto lze použít i surovou šťávu nebo jen vyčištěnou šťávu z virosních rostlin a imunisaci provádět intraperitoneálními injekcemi (5—10 injekcí po 5—6 ccm v intervalech 3—4 dny) (Chester 1936a, Stapp 1943). Beemster a van der Want (1951) použili k imunisaci králíků při přípravě antiséra viru mosaiky fazolí [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith] intravenosních injekcí dialysované šťávy z virosních fazolí.

Viry jsou více antigenické než normální šťáva ze zdravých rostlin, přesto však, je-li antisérum připraveno injekcemi jen vyčištěné šťávy nebo částečně čistého preparátu viru, musí být vždy předem testováno s extraktem ze zdravých rostlin, zda s ním reaguje. K přípravě injekční látky podle Pfankucha a Kausche (1938) se vytlačená šťáva z nemocných listů zředí vodou a pak vyčistí chloroformem. Tento roztok se odstředí a po 24hodinovém stání při teplotě 1° C se znovu odstředí. Dekantovaný roztok se pak vysráží síranem amonným tak, jak je to obvyklé při přípravě čistých preparátů viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer)

Smith] nebo viru X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] a jiných virů. Sraženina se rozpustí ve fysiologickém roztoku a ještě jednou se vysráží síranem amonným. Zbylá sraženina se pak opět rozpustí ve fysiologickém roztoku a dialysuje se v proudící vodě, aby se zbavila síranu amonného obvykle přes noc (15—20 hodin). Po skončené dialyse se tekutina znovu odstředí a centrifugát se injikuje pokusným zvířatům. Dunin a Popovová (1937) použili jiné metody, aby získali antisérum bez protilátek normální rostlinné bílkoviny. Nejdříve připravili antisérum proti normální rostlinné bílkovině tak, že injikovali králíky šťávou zdravých rostlin. Infikovanou šťávu, kterou pak získali z virosních rostlin stejného druhu, smíchali s takto připraveným antisérem, takže se vysrážely všechny normální bílkoviny této šťávy. Tekutinu pak odstředili a centrifugátu, tj. tekutiny nad sraženinou, použili k imunisaci králíků nebo jiných zvířat. Tato metoda byla s úspěchem použita i při přípravě séra viru žloutenky řepy (Jermoljev a Laštovková 1956). Kleczkowski a Watson (1944) při přípravě séra viru žloutenky řepy nebrali ohled na normální bílkovinu.

Doba, po kterou zůstává sérum aktivní, závisí na mnoha okolnostech, hlavně na obsahu protilátek, na druhu viru a na vnějších podmínkách, při kterých se sérum uchovává. Pokud jde o druh viru, bylo zjištěno, že séra virů se sférickými částicemi mají kratší dobu účinnosti, kdežto séra virů s podlouhlými částicemi mají trvanlivost delší. Samozřejmě, že také vyšší teplota snižuje trvanlivost sér. Trvanlivost séra bramborového viru X, které je uchováno sterilně při teplotě 1° C, je až 10 let. Podobně i sérum bramborového viru S má delší trvanlivost (Slogteren 1954c, Kassanis 1956, Mac Arthur 1956). K sterilisaci séra obvykle používáme 0,5% fenol nebo 0,1% Septisan (zvláštní desinfekční látka) nebo směs obou. Na 9 dílů séra dáváme 1 díl sterilisačního roztoku. Možnosti zdokonalení výroby a konservace antisér proti virosám rostlin, hlavně řepy a brambor, studovali u nás Jermoljev a Průša (1955, 1957).

Sérologické metody precipitační

Testování rostlin na napadení určitým virem, k němuž máme připraveno antisérum, je velmi jednoduché. Používá se reakce srážecí (precipitační), a to buď v tlustostěnných zkumavkách 7 mm v průměru, nebo kapkové metody na podložním sklíčku (Jermoljev a Hruška 1939a, b, 1947, Kleczkowski a Watson 1944). Srážení je výsledkem kombinace rozpustného antigenu ve šťávě z rostlin a protilátky ze séra. Antigen a protilátka se musí navzájem smisit v určitém poměru za přítomnosti elektrolytů, které napomáhají fysikální precipitaci, a mírně zahřívat ve vodní lázni (ovšem jen stálé antigeny odolné proti zvýšené teplotě). Poměr zkoušené šťávy a přidávaného antiséra je u různých virů různý a musí se pokusně zjistit.

Šťáva četných rostlin jak zdravých, tak i virosních po vyčištění buď odstředěním, nebo filtrací se po určité době samovolně sráží již při laboratorní teplotě 50° C, a proto musíme bedlivě sledovat rozdíl mezi specifickou a spontánní precipitací. Je nejlépe, když ve vodní lázni pozorujeme více zkumavek; v některých je jen normální vyčištěná šťáva ze zdravých rostlin, v jiných vyčištěná šťáva z virosních rostlin na porovnání precipitace šťávy

z virosních rostlin s antisérem. Jsou však často případy, že surová šťáva reaguje specifickou precipitací s antisérem lépe než šťáva vyčištěná; záleží tu na koncentraci antiséra. Tohoto jevu bylo použito při kapkové metodě na podložním sklíčku, jak ji pro hromadné testy u virů brambor použili Slogteren (1944) nebo Jermoljev a Hruška (1939a, b, 1947).

Je-li v kapce šťávy z nemocné rostliny virus, jehož sérum máme připraveno, vznikne precipitát — sraženina. Množství sraženiny může být také měřítkem kvantity viru ve šťávě. Nedojde-li vůbec k precipitaci, je rostlina zdravá. Pro kontrolu používáme ještě normální sérum připravené ze zdravého, neimunisovaného králíka. Dojde-li v obou případech k srážení, není reakce specifická a nutno zkoušku opakovat při větším zředění šťávy.

Modifikovaný precipitační test je tzv. test prsténkový nebo kroužkový (Matthew 1957).

Jiná modifikace sráženiho testu byla popsána van Slogterenem (1954a). Při ní se užívá zvlášť připravených Petriho misek, které jsou vylity tenkým filmem polyvinylformalinu. Na tyto misky se skleněnou tyčinkou nanesou v řadách kapky zředěného antiséra, k nim se přidá kapka zkoušené šťávy a dobře skleněnou tyčinkou promíchá. Při tom musíme dbát, aby antiséra bylo asi pětinásobné množství, než je objem přidané zkoušené šťávy. Na jednu Petriho misku nakapeme 40—60 kapek, lze tedy v jedné misce testovat až 50 vzorků. Na upravené kapky se kápne parafinový olej, aby na okrajích nevysychaly a nesrážely se. Takto připravené kapky v Petriho miskách se pak inkubují při laboratorní teplotě a druhý den se mikroskopem v normálním nebo temném zorném poli pozoruje, zda nastala precipitace.

Sérologická metoda vazby komplementu a anafylaxe

Daleko citlivější než precipitační zkouška je reakce vazby komplementu obvyklá ve veterinární a humánní sérologii. Tato metoda, ač je velmi spolehlivá, se v rostlinné sérologii málo používá, poněvadž je obtížnější. U nás je s úspěchem užívali Jermoljev (1952), Jermoljev a Laštovková (1956). Výsledek kombinace mezi antigeny a protilátkami se zde pozoruje nepřímo tím, že působí inhibičně na jiné reakce, a to na lysi krvinek ovčí krve sérem z králíků imunisovaných ovčími krvinkami. Pro tuto lysi jsou nutné dvě složky, jednak protilátka vyvolaná v krvi králíků po injekci ovčími krvinkami, jednak termolabilní nespecifická složka normálního séra známá jako komplement.

Další reakce, kterou můžeme použít pro zjištění slučování antigenu a protilátek séra je anafylaxe. Obě tyto metody jsou obvyklé v lidské sérologii a podrobněji se o nich lze dočíst v příslušné literatuře (Kabelík 1939).

Sérologické reakce rostlinných virů jsou specifické a antisérum, které je připraveno z určitého viru, specificky reaguje jen se šťávou rostlin, které jsou tímto virem nakaženy. Dojde-li k reakci i u jiného viru, může to být i důkazem sérologické příbuznosti. Identifikace rostlinných virů podle příznaků, podle hostitelských rostlin a podle některých vlastností šťávy in vitro je ještě doplněna sérologickou identifikací, která je rychlá a spolehlivá, je-li ovšem správně provedena. Záleží jen na možnosti při-

pravit antisérum proti určitým virům, což se dosud ve všech případech nepodařilo. Sérologickým testem se ovšem nedají zjistit kmeny virů, které musíme identifikovat obvyklým způsobem.

Nereaguje-li sérum připravené proti určitému viru se šťávou rostliny nemocné tímto virem, nemůžeme z toho bezpečně usoudit, že jde o viry sérologicky nepříbuzné. V některých případech to mohou být dva sérologicky velmi vzdálené kmeny téhož viru; šťáva nemocné rostliny může obsahovat jen malé množství tohoto kmene viru, které se sérologicky nedá zjistit. Proto také někdy sérologická metoda selhává i u virů, které jinak mají velmi dobré antigenní vlastnosti. Rozhoduje tu často vývojové stadium rostliny, rozložení viru v rostlině apod., jak bylo zjištěno četnými pracemi (Kleczkowski a Watson 1944, Gendron a Limasset 1950, Bartels 1954a, 1955, Bercks a Zimmer 1956, Jermoljev a Laštovková 1956).

Sérologická technika byla do dnešní doby již s úspěchem užita asi u 20 rostlinných virů a je stále zdokonalována novými metodami (Pozděna a spol. 1956). Nepodařilo se však dosud připravit antisérum pro některé známé viry a nevíme, co je toho příčinou. Pravděpodobně rozhoduje hlavně koncentrace viru v buněčné šťávě. Tomu také nasvědčují značné rozdíly v sérologické aktivitě šťávy různých druhů rostlin napadených týmž virem. Šťáva, která i při velkém zředění neztrácí nakažlivost, je také vysoce antigenická a precipituje s připraveným sérem i ve velkém zředění. Málo infekční šťáva dává zřídka dobré antisérum a také její precipitační titr je menší, jak je tomu např. u viru Y z brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] nebo u některých maskovaných kmenů viru X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith]. U takových virů je potom lépe použít k jejich stanovení metody vazby komplementu (Kozlowská 1950, Jermoljev 1952).

Sérum připravené proti některému viru smíchané s tímto virem buď v čisté formě nebo v surové šťávě snižuje (inhibuje) infektivitu nejen toho viru (Kassanis 1943), proti němuž bylo připraveno, ale i virů jiných. Tuto vlastnost konečně mají i jiné bílkovinné látky, např. šťávy určitých rostlin, mléko apod., jak o tom bylo již pojednáno. Zda je toto snížení infektivity způsobeno tím, že se snižuje náchylnost rostlin, nebo zda tyto látky působí přímo na virus, o tom se názory různí. Pravděpodobně v některém případě jde o vliv první, v jiném případě o vliv druhý nebo kombinaci obou (Chester 1934, Kassanis 1943). Kassanis podle svých pokusů tvrdí, že jde o přímý výsledek působení séra na virus a že se virus slučuje s bílkovinou séra v neinfekční komplexy. Toto sloučení není ovšem trvalé, není to denaturace viru, nýbrž jen jeho neutralisace, která je částečně zvratná. Když se tato sloučenina zředí např. fysiologickým roztokem, dojde k částečnému obnovení nakažlivosti viru. Tento jev byl zjištěn u četných virů, např. u viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] (Chester 1936c) aj. Na specificitu precipitace má vliv i tvar virových částic. Tak např. virus mosaiky tabáku a jiné viry, které mají dlouhé tyčinkovité částice, precipitují rychle a sraženiny se tvoří ve velkých shlucích. Viry, které mají sférické částice, se srážejí pomalu a v malých shlucích, které jsou husté a zrnité, a sraženina je více kompaktní. Tvar virových částic také rozhoduje o trvanlivosti antisér těchto virů. Tak např. trvanlivost antiséra připraveného proti viru zakrslosti rajčat (*Lyco-*

persicum virus 4 Smith), který má sférické částice, je 3—4 roky, kdežto u viru mosaiky tabáku a viru X z brambor je trvanlivost až 10 let za předpokladu, že tato séra jsou sterilně uložena při teplotě 1°C (Bawden a Pirie 1945). Podrobnější údaje o sérologii viz v citované knize Kabelíkově, o sérologii rostlinných virů v knize Matthews 1957.

TAXONOMIE, TŘÍDĚNÍ A NÁZVOSLOVÍ ROSTLINNÝCH VIRŮ

Potřeba přijatelné metody, podle které by se rostlinné viry zařadily a roztřídily, je již dávným požadavkem. Botanický kongres v roce 1930 jej položil a dokonce ustanovil zvláštní mezinárodní komisi pro klasifikaci a nomenklaturu rostlinných virů. Od té doby se mnoho autorů pokoušelo zavést s větším či menším úspěchem určitý systém. Holmes (1939) zavedl binominální systém podle Linnéova typu. Na mezinárodním botanickém kongresu ve Stockholmu 1951 byla opět ustanovena mezinárodní komise pro tuto otázku, aby bylo dosaženo dalšího pokroku, a to ve spolupráci všech rostlinných virologů a také virologů živočišných, ale mezinárodní dohody nebylo dosaženo. Dnes se používají v mezinárodním vědeckém světě dva názvoslovné systémy rostlinných virů, o nichž se krátce zmíníme.

První a starší je systém číselný, druhý je binominální systém podle Linnéova vzoru, platného pro říši rostlinnou i živočišnou, jen u virů se názory o jeho vhodnosti liší. Snad to nejsou jen názory, ale i skutečnost, že totiž o virech máme jen nepatrné množství znalostí, takže je nemůžeme správně zařadit a pojmenovat.

Numerický systém v rostlinné virologii zavedlo mnoho autorů a všechny tyto systémy jsou založeny hlavně na rozlišovacích znacích (příznacích), na symptomatologii a pak na specifitě hostitelů. První systém tohoto druhu navrhl Američan J. Johnson (1927). Tento systém záleží v tom, že jméno virů má být voleno podle hostitele, na kterém byl virus prvně nalezen; jméno je anglické a za ním je číslo označující v chronologickém pořádku všechny viry, jež byly na rostlině nalezeny. Tak např. virus mosaiky tabáku je podle tohoto názvosloví *Tobacco virus 1*. Tento systém byl přijat na Mezinárodním botanickém kongresu v roce 1930. Angličan Smith (1933) navrhl podobné názvosloví, jenže místo anglického názvu rostliny použil příslušného latinského jména a čísla ponechal. Pro kmeny určitého viru pak navrhl ještě další označení velkými písmeny abecedy. Podle něho se pak virus mosaiky tabáku nazývá *Nicotiana virus 1*, žlutý kmen mosaiky tabáku označil jako *Nicotiana virus 1 C*. Tento systém se právě pro latinské názvy rostlin dosti vžil a je dodnes jako pomocný používán většinou virologů evropských a asijských. Američtí rostlinní virologové se přidržují většinou systému Holmesova — binominálního, o němž bude ještě pojednáno. Oba tyto názvoslovné a klasifikační systémy mají mnohé nevýhody i výhody. U prvního je nutné si pamatovat čísla jednotlivých virů, kterých stále přibývá, takže by musela nějaká mezinárodní organisace nebo autorita přidělovat nová čísla nově objeveným virům. Systém je však jasný a dočasně vhodný, ovšem nepochybujeme o tom, že není trvalým vědeckým názvoslovným systémem, který by byl založen na vědecké basi.

Průkopníků binominálního systému je několik.

Holmes (1939) navrhl svůj binominální systém virového názvosloví (zahrnul v něm jak rostlinné, tak i živočišné viry i bakteriofágy). Jeho systém s menšími úpravami z r. 1948 je uveden v šestém vydání Bergey's Manual of determinative bacteriology. Holmes se domníval, že rozhodnutí IV. mezinárodního mikrobiologického kongresu v Kodani r. 1947 zahrnout viry mezi mikroby mu dalo právo, aby rozšířil svůj názvoslovný a klasifikační systém rostlinných virů také na viry živočišné a bakteriofágy. V této klasifikaci zařadil všechny viry do řádu *Virales* s třemi podřády: *Phaginae*, tj. viry bakterií — bakteriofágy, *Phytophaginae*, tj. viry vyšších rostlin, a *Zoophaginae*, tj. viry živočichů. Rostlinné viry — *Phytophaginae* pak rozdělil dále na 16 rodů v 6 čeledích podle toho, jak se liší v příznacích na rostlinách a podle způsobu přenášení. Tak např. virus mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] je podle tohoto systému *Marmor tabaci*, a žlutý aukubový kmen téhož viru *Marmor tabaci* var. *aucuba*, virus mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] je *Marmor cucumeris*, ale virus mosaiky brambor [virus X — *Solanum virus 1* (Orton) Smith] je *Annulus dubius*.

Thornberry (1941) navrhl klasifikaci a nomenklaturu všech virů, které zařadil do řádu *Biovirales* s třemi čeleděmi *Rickettsiaceae, Phytoviraceae* a *Zooviraceae*. Bakteriofágy zahrnul do jednoho rodu v čeledi *Phytoviraceae* a všechny viry napadající vyšší rostliny shrnul do rodu *Phytovirus*. Příslušná jména druhů jsou složena ze jména hostitelské rostliny a vhodné přípony vyjadřující příznaky. Tak např. virus mosaiky tabáku se jmenuje *Phytovirus nicomosaicum*.

Fawcett (1942) navrhl vytvořit rodová jména virů podle rodového jména hostitelské rostliny, na níž byl určitý virus prvně objeven, s přidáním přípony „vir" — tedy virus mosaiky tabáku by se jmenoval *Nicotianavir commune*. Toto druhé rodové jméno by se vytvořilo jen čistě popisně. V určitém smyslu je jeho systém kombinací obou systémů, jak numerického, tak i binominálního a má přednosti každého z nich. Přípona vir nás hned upozorní, že tu jde o něco jiného než jsme byli zvyklí u Linnéovy binominální soustavy. McKinney (1944) navrhl názvoslovný systém, v němž zařadil viry do říše rostlinné jako oddělení *Viriphyta;* další třídění je pak podobné Holmesovu a je rovněž založeno na reakci hostitele a na způsobu přenášení viru. Vytvořil 10 rodů ve dvou čeledích: čeleď *Marmoracea* a čeleď *Rugaceae*. V první čeledi jsou všechny viry způsobující mosaiky a ve druhé jsou viry, jež vyvolávají deformace bez mosaiky, dále pak žloutenky, chlorosy a nekrosy lýka. V první čeledi *Marmoracea* je 6 rodů: *Marmor, Lethum, Poecile, Fractilinea, Ochrosticta* a *Flavimacula*. V druhé čeledi *Rugaceae* je 12 rodů: *Chlorogenus, Chlorophyta, Blastogenus, Polycladus, Corium, Savoia, Galla, Ruga, Carpophthora, Rimocortius, Acrogenus, Minuor*. Popisy jsou udány pro každý rod a pro jeden druh v rodu, ale všechny viry nejsou do této klasifikace zařazeny, takže je tu větší možnost zařazovat nové viry.

Valleau (1940) stanovil jen názvosloví pro viry napadající tabák a upravil Holmesovo názvosloví z r. 1937 tak, že označení *Marmor* použil pro všechny viry, o nichž málo víme, a zařadil tento rod do *Vira imperfecta*. Valleau se také domníval, že nebylo důvodů, aby Holmes

ve své klasifikaci stanovil zvláštní čeleď *Annulaceae*. Podle Valleauova systému je virus mosaiky tabáku *Musivum tabaci*.

Také sovětští virologové se původně přidržovali systému K. M. Smitha (Ryžkov 1946). V roce 1952 Ryžkov (1952) navrhl systém klasifikace a názvosloví také na binominálním principu, ale přihlížel již k některým vlastnostem virů (např. přenos určitým hmyzem, krystalisace apod.), a tak částečně vyhověl námitkám Bawdenovým. Virus mosaiky tabáku se podle toho jmenuje *Virothrix ivanovski*, virus X z brambor se jmenuje *Solanophilus tuberosi*, virus žloutenky tuřínu *Crystallococcus cruciferi*, německá kadeřavka cukrovky *Piesmaphilus europaeus*, virus mosaiky řepy *Aphidophilus betae* a virus bronzovitosti rajčat *Thripsophilus lycopersici*, virus mosaiky brambor *Quanjera tuberosi*, stolbur — *Leptomotrophus lycopersici* apod.

V roce 1949 byla v USA mezi virology dotazníková akce, zda jsou pro číselný nebo pro binominální názvoslovný systém u virů a zda jsou pro Johnsonův nebo Smithův způsob; a jsou-li pro binominální systém, kterému z pěti vyjmenovaných dávají přednost. Dotazník byl zodpovězen 126 pracovníky takto: 41 bylo pro číselný a 85 pro binominální systém. Pro Johnsona bylo 24, pro Smitha 17, pro Holmesa 66, pro Fawcetta 4, pro McKinneye 6 a pro ostatní po jednom až třech. Dvě třetiny pracovníků byly pro binominální systém a z nich víc než ¾ pro systém Holmesův. Přesto však binominální systém, jak je dosud navrhován, není zcela přijatelný pro všechny pracovníky na světě, poněvadž má četné nedostatky; avšak každý systém, má-li mít trvalou platnost, musí být přijatelný v širokém mezinárodním měřítku. Bawden (1950) v Anglii podrobuje kritice snahy po klasifikaci a vědeckém pojmenování virů podle vztahů k hostiteli a podle příznaků. Přímo se ve své kritice dovolává úvodních slov z Bergey's Manual of determinative bacteriology, kde se praví, že žádný organismus nemůžeme klasifikovat a systematicky zařazovat, dokud neznáme jeho morfologické, kultivační, fysiologické a patologické vlastnosti. Je zajímavé, že patologické vlastnosti jsou uváděny až nakonec a u virů je považujeme za první a hlavní. Podle Bawdena je nutno i u virů začít nejdříve s morfologickými vlastnostmi, které doposud známe jen u několika málo virů. Dále Bawden zdůrazňuje význam sérologických vztahů u jednotlivých virů, které pro klasifikaci mohou být důležité. Domnívá se, že zařazení virů do rodů a čeledí je velmi obtížné, ale dovozuje, že se určité skupiny přece jen rýsují. Tak např. četné kmeny viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] a viru X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] z brambor se mohou zařadit do jedné skupiny. Druhá skupina jsou virus Y z brambor [*Solanum virus 2* (Orton) Smith], virus leptavé mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 7* (John) Smith], virus mosaiky sóje [*Soja virus 1* (Gard., Kendr.) Smith]. Všechny tyto viry mají tyčinkovité částice. Třetí skupinou mohou být viry, které mají krychlové částice, např. virus zakrslosti rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith), virus žloutenky tuřínu (*Crystallococcus cruciferi* Ryžkov) aj. Další přirozenou skupinou jsou pak viry žloutenek, virus bronzovitosti rajčat [*Lycopersicum virus 3* (Brittl.) Smith] a prsténkovitosti tabáku [*Nicotiana virus 12* (Fromme) Smith]. Četné ostatní viry, u nichž dosud neznáme tvar virových částic, mohou zůstat

po dlouhou dobu neklasifikovány; jako u hub máme skupinu *Fungi imperfecti*, můžeme i u virů mít *Vira imperfecta.*

Britská komise pro klasifikaci rostlinných virů se rovněž ztotožnila s tímto názorem. Doporučuje vydat za mezinárodní spolupráce seznam obecných jmen virových chorob tak, jako byl v Británii vydán seznam lidových názvů virových chorob. (Viz Rev. Appl. Mycol. 24—1945.) Tento seznam může být čas od času revidován a doplňován. Holandští virologové jsou podobného názoru, francouzští virologové dávají přednost Holmesovu systému.

Bawden (1950) podle sérologických testů roztřídil viry do 17 skupin podle toho, zda jsou sérologicky příbuzné nebo ne. Klasifikační systém jen podle sérologické reakce by byl také možný a byl by postaven na vědeckém základě, nezabýval by se však vůbec vztahy k hostiteli ani příznaky, nýbrž pouze imunologickými vztahy. Podle této imunologické příbuznosti by bylo možné určité viry pojmenovat, ale obtíže by nastaly při seřazování virů do čeledí a rodů.

Při klasifikaci rostlinných virů by bylo také vhodné říci, pro jaké účely je klasifikujeme. Taxonomové jsou většinou toho názoru, že v biologii je možná jen taková klasifikace a takové roztřídění, které jsou provedeny na základě příbuznosti; obvykle se myslí takové seřazení, které odpovídá dnešnímu stavu názorů na vývoj. V botanice např. jsou rostliny nejdříve analysovány až na základní jednotky a pak z důvodů fylogenetických jsou seřazeny do rodů, čeledí a řádů.

Jsou ovšem ještě jiné možnosti, které by sice nevyhovovaly botanikům, ale vyhovovaly by např. zemědělské praxi. Výkonného zemědělce-družstevníka nezajímá, zda rostlina patří mezi lipnicovité nebo mrkvovité, ale zajímá ho, zda je pro něho užitečná nebo je plevelem. Pro akademicky vzdělaného botanika je pýr blízce příbuzný pšenici a lebeda řepě, ale pro zemědělce ty první jsou nebezpečné a škodlivé plevele a ty druhé velmi užitečné rostliny, a proto by podle jeho názoru měly tvořit dvě skupiny, které by byly od sebe odděleny. Pro zemědělce vyhovuje roztřídění do skupin podle zemědělské použitelnosti rostlin, podle způsobu růstu, způsobu rozmnožování, podle toho, zda jsou jednoleté, dvouleté nebo vytrvalé, a takové třídění by pro něj mělo velkou cenu.

Podobně je tomu i u rostlinných virů, kde se třídění a pojmenování má řídit podle toho, zda má vyhovovat zemědělské praxi, kde viry rostlinám nejvíce škodí, nebo mikrobiologům — taxonomům. Pro praxi by vyhovoval systém, který by roztřídil viry podle náchylnosti k infekci, příznaků, způsobu šíření a specifity přenašečů.

Z vědeckého stanoviska je dnes také pochybné třídit viry tak, jak se třídí jiné živé organismy, poněvadž skutečně nevíme, zda můžeme použít podobných měřítek jako v ostatní mikrobiologii, např. pohlavní rozmnožování apod. Zdá se, že u virů musíme nezbytně najít jiná měřítka.

Podle obvyklých metod klasifikace nebude dělat potíže najít měřítka k seskupení do rodů, čeledí apod. U virů bychom si mohli pomoci tím, že bychom určité jedince nazvali kolektivními druhy, to znamená seskupili bychom tam mnohé kmeny a klony, které mají četné společné vlastnosti, ale v jiných se liší, nejčastěji v patogenitě, která se dá snadno zjistit. V pozdějších pracích by se pak ukázalo, jsou-li tyto kolektivní druhy skutečnými druhy v tom smyslu, jak tomu dnes rozumíme, nebo ne, tj. zda se

např. mezi sebou mohou křížit apod. U rostlinných virů to dosud nevíme a dlouho vědět nebudeme. Jediné měřítko, které může být dnes bráno v úvahu u všech virů, je, zda určité viry mají společný antigen (Bawden 1950). Podle toho také Bawden seřadil některé viry do kolektivních druhů — skupin, jak již o tom bylo mluveno. Také z toho důvodu, že kolektivní druhy nelze zařadit podle evoluce, je Bawden proti použití Linnéovy binominální klasifikace u rostlinných virů. Zařazení druhů do rodů znamená, že rod je vlastně skupina fylogeneticky příbuzných druhů, které se zřetelně liší od jiných druhů. U virů to dosud tak zřetelné není, poněvadž všechny jsou vlastně organismy nukleoproteinové povahy a tato složka je ve všech živých buňkách bez rozdílu, ať je to vyšší rostlina, nebo živočich. Třídění rostlinných virů a jejich názvosloví na vědecké basi zůstává tedy stále ještě problémem (Frandsen 1954). Musíme se na dlouhou dobu ještě omezit na roztřídění a pojmenování pomocné, kterého používáme dnes podle různých autorů, buď podle Holmese, nebo Smitha či Ryžkova, anebo synonyma podle všech.

KRYSTALISACE, FYSIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI VIRŮ

Stanleyův objev (1936), že virus mosaiky tabáku se dá ze šťávy nemocných rostlin isolovat v čisté formě jehličkovitých krystalků, otevřel cestu podobnému bádání a výzkumu u všech rostlinných virů. Zkoumání možností přípravy virů v čisté nebo krystalické formě zabírají největší část studií o rostlinných virech v poslední době. Zjištění, že takto získané krystalky nebo parakrystalky nebo jiná forma čisté látky je bílkovina, a to protein podobný proteinu jádra buněčného (Bawden a Pirie 1937), znamenalo podstatný objev o povaze virů vůbec. Získaná bílkovina je tak homogenní, že se zdá, že je to vlastní virus. Vlastní virové částice můžeme tedy považovat za molekuly bílkovin. Další otázkou zůstává, zda tyto částice jsou totožné s částicemi, které můžeme pozorovat v buňkách rostlin napadených některými virovými chorobami buď obyčejným, nebo elektronovým mikroskopem. Za procesu krystalisace a čištění může dojít ke změnám, i když v původní surové šťávě byly částice stejné. I když po čištění se virus zdá být stejný, liší se často chemickými i sérologickými testy v nakažlivosti, kterou zjišťujeme biologickými testy. Čistý preparát nějakého rostlinného viru by měl v ideálním případě mít všechny částice stejné velikosti, stejné mechanické složení a stejnou biologickou účinnost. Ovšem dosud se takový preparát viru nepodařilo připravit, ač dodnes bylo již v čisté formě připraveno značné množství rostlinných virů.

Jeden z prvních virů, který se podařilo krystalisovat, byl virus mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] (Stanley 1936, Bawden a Pirie 1937), dále to byl virus zakrslosti rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith) (Bawden a Pirie 1938b), který je prvním virem krystalisujícím v šesterečné (hexagonální) soustavě (virus mosaiky tabáku nekrystalisuje v pravé krystaly, nýbrž v jehličkovité parakrystaly). Tyto krystaly virů nejsou ovšem nikdy homogenní, ač na první pohled by se tak zdálo. Vždy obsahují vedle infekčních látek (bílkovin) značné množ-

ství neinfekčních látek, které mohou také být bílkovinné povahy a chemicky shodné s vlastní bílkovinou viru; je možné, že za přípravy, kdy se surová šťáva zahřívá, zmrazuje, sráží chemickými látkami, může dojít k inaktivaci části viru (Bawden a Pirie 1944). Vedle zmíněných virů byl ještě v čisté krystalické formě připraven i virus nekrosy tabáku (*Nicotiana virus 11* Smith), který také krystaluje v krychlové (kubické) soustavě (Pirie, Smith, Spooner a McClement 1938). U tohoto viru se právě při krystalisaci zjistilo, že různě veliké krystalky v čistém preparátu jsou vlastně různé druhy nebo kmeny tohoto viru, mající často odlišné vlastnosti (Bawden a Pirie 1942). Podobně čistý preparát viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] je vlastně směsí různých kmenů tohoto viru, takže z něho můžeme ultraodstředivkou rozdělit částice na skupiny různé velikosti, které se liší v biologických vlastnostech; jsou to různé kmeny viru.

Možnost připravit některý virus v čisté formě nebo krystalovat jej závisí především na metodě práce a pak také na druhu viru a hostitelské rostlině. Ne všechny viry jsou v buněčné šťávě v takové koncentraci, aby se z ní daly vyčistit. I při práci s jedním virem je koncentrace viru ve šťávě různá podle toho, z kterého hostitele virus isolujeme. U téhož hostitele se koncentrace mění podle stáří rostliny, výživy, osvětlení a podle toho, z kterých částí rostliny šťávu vytlačujeme, podle doby infekce, délky doby od počátku infekce apod. Některé viry jsou koncentrovanější v mladých rostlinách krátce po infekci, u jiných je tomu právě naopak. Obsah viru nekrosy tabáku (*Nicotiana virus 11* Smith) a zakrslosti rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith) je větší v rostlinách, které rostly v podmínkách menšího osvětlení (Bawden a Roberts 1947). V praxi se obvykle rostliny, které chceme použít k přípravě čistých preparátů virů, dávají na 24—48 hodin do tmy před tím, než z nich budeme vytlačovat šťávu. Pokud jde o množství viru, které z rozdrcených rostlin získáme, je různé u různých virů a různých hostitelských rostlin. Víc než polovina celého obsahu viru zůstane ještě ve zbytcích drtě.

Metodiku přípravy čistých preparátů (krystalisace) uvádíme na příkladu viru nekrosy tabáku (Pirie, Smith, Spooner, McClement 1938). Šťáva, která byla získána rozemletím listů nakaženého tabáku, je smíšena s polovičním množstvím 97% alkoholu ethylnatého, čímž se vysráží chlorofyl, škrob a většina nestálých normálních proteinů buňky a také něco málo proteinu viru. Sraženina se odstraní filtrací nebo odstředěním, čistý filtrát se opět smísí s dvojnásobným množstvím čistého lihu a nechá se stát asi 1 hodinu. Sraženina se pak odstřeďuje půl hodiny při 3500 otáčkách za minutu. Tekutina nad sraženinou se sleje, sraženina se opět rozpustí ve vodě a znovu odstřeďuje; to se několikrát opakuje, přičemž čiré tekutiny nad sraženinou se slejí dohromady a přidá se polovina objemu síranu amonného. Směs se ponechá při laboratorní teplotě asi 3 hodiny a pak se odstředí. Dole se usazuje opalisující tekutina, která často má již krystalky viru. Horní čirá tekutina se sleje a opalisující sediment se zředí v malém množství vody rovnající se asi 1/100 původního objemu šťávy, s kterou jsme začali pracovat. Tato suspense je už značně opalisující a obsahuje většinu viru. Za stálého míchání opatrně k této suspensi přidáváme další roztok síranu amonného, až se objeví sraženina; pracujeme při laboratorní teplotě asi 20° C. Tento okamžik nastane, když je tekutina nasycena asi na

$^1/_5$. Tato směs se pak okamžitě zchladí na 0^0 C a ponechá při této teplotě, až se v ní oddělí beztvaré látky. Za několik hodin se objeví v tekutině lesknoucí se částice a za několik dní se usadí sraženina destičkovitých krystalků. Tekutina se úplně odstředí a zůstane krystalická látka. Svrchní tekutina, která ještě obsahuje virus, se může znovu srážet síranem amonným, aby se vyloučily další krystalky viru. Krystalky viru mají ovšem ještě v sobě něco málo amorfních látek, které se od nich nedají touto metodou odloučit.

Podobným způsobem se připravují i ostatní viry v krystalické formě, např. virus zakrslosti rajčat, virus mosaiky tabáku aj. U viru mosaiky tabáku (a také u jiných virů) se ještě může konečný preparát dialysovat proudící vodou, takže zůstane virus v čistší formě. Při přípravě krystalického viru X z brambor touto metodou se často dostane virus do málo rozpustné formy, proto se musí sraženina opatrně několik minut inkubovat (smísit) trypsinem; při dlouhé inkubaci by mohlo dojít k hydrolyse celého množství viru (Bawden a Pirie 1938a). Bramborový virus Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith], který je v rostlinách v nízké koncentraci, se v čisté formě obtížně připravuje. Může se vysrážet síranem amonným, ale je velmi labilní, a proto nesmí při tom pH klesnout pod 5 (Bawden a Pirie 1939).

Příprava krystalického viru zakrslosti rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith) je stejná, jen pH se při tom musí udržovat na 4,5. Virus žloutenky tuřínu (*Crystallococcus cruciferi* Ryžkov) se dá také snadno získat touto metodou v krystalické formě ze šťávy nakaženého čínského zelí. Po vysrážení 30% čistým lihem a rozpuštěním sraženiny v 0,5% roztoku soli (NaCl) virus snadno krystalisuje po přidání síranu amonného. Jinak se také dá tento virus krystalisovat z roztoku 20% čistým lihem, když upravíme pH na 3,7 (Markham a Smith 1949).

Jiný je způsob přípravy čistých virů vysokofrekventním odstřeďováním, kterému mnozí badatelé dávají přednost, protože při procesu nepůsobí na viry různé chemikálie a nenastávají chemické změny. Virové částice lehce sedimentují z neutrálních roztoků při vysokofrekventním odstředění, a to od 1—3 hodin při rychlosti 40—80 tisíc otáček za minutu. Tato metoda je nyní všeobecně užívána; odstřeďuje se ve velkých odstředivkách aspoň na 100 ccm. Takto se dají isolovat čisté viry přímo ze šťávy jen hrubě vyčištěné a zbavené chlorofylu a škrobu. Tato metoda je velmi vhodná pro viry, které jsou ve šťávě buněk ve vysoké koncentraci. U virů ve slabé koncentraci je lepší metoda srážení síranem amonným nebo kombinace obou metod (Pirie 1950).

Chemická skladba čistých preparátů virů mosaiky tabáku a ještě několika jiných je uvedena v tabulce 12 (podle Bawdena 1950).

Z tabulky je vidět, že největší rozdíly jsou v obsahu fosforu a glycidů (v literatuře jsou často udávána lišící se čísla). Je zajímavé, že všechny viry mají přibližně stejný obsah uhlíku, vodíku a dusíku, takže se v tom podobají ostatním proteidům buňky.

Viry obsahují kyselinu nukleovou a protein, což jsou dvě látky, které jsou ve všech organismech; zdá se, že všechny viry jsou nukleoproteidy. Kyselina nukleová je ve všech dosud zkoumaných virech stejného typu a podobá se nukleové kyselině kvasinek. Při zahřívání s kyselinami jsou viry tak jako ostatní proteidy hydrolysovány a rozpadají se na aminoky-

Tabulka 12

Chemické složení čistých preparátů některých virů
(podle Bawdena)

Virus	C	H	N	S	P	Popel	Glycidy
	(v %)						
Mosaika tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] . .	50	7,0	16,6	0,2	0,53	1,5	2,5
Bramborový virus X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith]	49	7,0	16,4	—	0,45	2,2	2,7
Bramborový virus Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith]	50	—	16,0	—	0,40	—	3,0
Zakrslost rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith)	49	7,5	16,1	0,6	1,50	3,0	6,0
Nekrosa tabáku (*Nicotiana virus 11* Smith et Bald.)	45	6,5	16,3	1,6	1,65	7,0	6,5
Prsténkovitost tabáku [*Nicotiana virus 13* Price) Smith] . . .	51	7,6	14,6	0,4	4,10	—	18,0

seliny. Dosud byly analysovány aminokyseliny u viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith]; byly zjištěny tyto kyseliny: asparagová, glutamová, leucin a tyrosin.

Byla zjišťována i specifická váha čistých virů. U viru mosaiky tabáku činí 0,77 (Stanley 1936), u viru X z brambor 0,73 (Loring 1938), u viru zakrslosti rajčat 0,739 (McFarlane a Kekwick 1938). Podle toho se také zdá, že specifické váhy všech virů jsou přibližně stejné. Viry v čisté formě jsou rozpustné ve vodě při neutrální reakci; jejich roztoky jsou opalisující. Změnou pH pak viry z těchto roztoků krystalisují.

Isoelektrický bod je u virů rozličný. U viru zakrslosti rajčat je při pH 4,1, u viru z brambor je při pH 5, u viru žloutenky tuřínu při pH 3,7 (Markham a Smith 1949). V polarisovaném světle projevuje virus mosaiky tabáku anisotropii (má optické vlastnosti rozdílné podle směru — dvojlom) a jeho krystalky lámou světlo. Velikost virových částic byla měřena různými metodami u mnohých virů, nejvíce ovšem u viru mosaiky tabáku.

První pokusy o měření velikosti virových částic se dály filtrací membránami s různou velikostí otvorů a z rychlosti, kterou roztoky virů těmito membránami procházely, se pak výpočtem odhadovala velikost virových částic. Většinou se používalo membrán koloidových (Elford 1931). Další metody k odhadování velikosti virových částic jsou sedimentace a difuse; z rychlosti sedimentace se vypočítá velikost částic podle příslušného vzorce. Jsou ovšem ještě jiné metody odhadování velikosti virových částic; odkazujeme na speciální literaturu, kde jsou podrobně probrány i metodiky (Markham 1944, Markham a Smith 1949).

ŠKODY ZPŮSOBENÉ ROSTLINNÝMI VIRY

V posledních 10 letech jsme i u nás svědky toho, že málokteré choroby jsou tak ekonomicky důležité a tak zákeřné a naší zemědělské výrobě tak škodlivé jako choroby virové. Je tomu tak jak ve výrobě rostlinné, tak i ve výrobě živočišné, kde škody jsou zvlášť zřetelné a výrazné. V rostlinné výrobě jsou škody sice ohromné, ale nemůžeme je tak jednoznačně ekonomicky vyhodnotit, poněvadž souvisí s vlivy vnějšího prostředí a jinými.

Rostlinných virů je velké množství; mnohé z nich napadají četné rostlinné druhy, jiné jsou úzce specialisované jen na určité druhy rostlin. Většinou způsobují menší škody na rostlinách jednoletých, rozmnožovaných semeny; daleko větší a trvalejší ztráty způsobují na rostlinách dvouletých, zvláště na rostlinách rozmnožovaných vegetativně, hlízami, cibulemi, oddenky, řízky apod., a u rostlin vytrvalých, protože rostlina jednou již virem napadená zůstane až do konce života nemocná. Některé z virů zdánlivě nezpůsobují rostlinám škody, jiné, značně rozšířené mohou způsobovat vážné ztráty u všech druhů zemědělských plodin (Baudyš 1929b, Kunkel 1943a).

Virosy ovocných dřevin, které jsou u nás dosud málo prostudovány, způsobily např. v Bulharsku nebo Jugoslávii ohromné škody na švestkách a slívách (Attanasoff 1935). U ovocných stromů napadených virosami to neznamená jen snížení jednoroční sklizně, nýbrž trvalé každoroční snižování sklizní, jejich znehodnocení a zkrácení životnosti ovocného stromu nebo keře (virosy malin, rybízu, angreštu apod.). Jaké ztráty způsobují virové choroby jahodníkovým kulturám v cizině, je u nás dobře známo. Vedle roztočíka a háďátka jsou to nejobávanější škodliví činitelé jahodníkových plantáží v USA, Anglii a Německu. Jak velké ztráty způsobily některé virové choroby broskvoní v USA, známe z literatury, kde se uvádí, že jen v jednom státě se muselo spálit milion broskvoní, aby se zamezilo šíření viros na další (Hildebrand, Berkeley, Cation 1934, 1942).

Ohromné ztráty, které v Kálifornii způsobila virová choroba zvaná Pierova nemoc na révě vinné, je výstrahou pro všechny ostatní vinorodé země (Winkler 1949). Ztráty způsobené chmelařství virovými chorobami u nás jsou značné (Blattný a Oswald 1949, 1950) a ohrožují produkci chmele i v Sovětském svazu a jinde. U nás skoro 800 ha chmelnic, podle stavu z r. 1948, bylo silně napadeno virovými chorobami a oslabeno tak, že je bylo nutno postupně rušit.

V plantážích kakaovníků v Africe virová choroba zvaná zduřelost výhonků způsobila takové škody, že v nejproduktivnější oblasti na Zlatém pobřeží jí bylo zničeno přes milion stromů kakaovníků (Posnette 1947). Celá komplexní brigáda odborníků byla vyslána k jejímu studiu a na Zlatém pobřeží byl zřízen speciální ústav, který se zabýval řešením tohoto problému. Trvalo téměř 15 let, než se dospělo k praktickým výsledkům a možnostem správného boje. Dlouho trvalo, než se podařilo zjistit hmyz, který tuto chorobu přenáší; od té doby začíná úspěšný boj proti této chorobě, která se v posledních letech likviduje a omezuje. (Posnette a spol. 1950.)

Při přenášení této choroby je zajímavá úloha mravenců, kteří sice chorobu nepřenášejí, ale přenášejí její vektory — červce *Ferrisia virgata* Ckll., *Pseudococcus citri* Risso, *P. njalensis* Laing, jako zdroj nektaru;

jsou-li tito červci infikováni, roznášejí chorobu na dosud zdravé kakaovníky.

Z nebezpečných virových chorob tropických a subtropických rostlin jsou ještě známé virosy cukrové třtiny, čajovníku a bavlníku, které v mnohých zemích způsobují vážné ztráty, poněvadž proti nim není veden důsledný boj.

Virové choroby brambor jsou už známé více než 180 let a v některých letech způsobily spolu s plísní bramborovou katastrofální neúrodu brambor až i hladomory, jako např. v Irsku v 18. století (Bawden 1950). I dnes jsou virové choroby brambor vážným problémem v SSSR, Anglii, Německu, USA i jinde na světě (Balashev 1941). Z vlastní praxe známe, že jsou i u nás příčinou snižování výnosů, zvláště v teplejších nížinných oblastech, a někdy i katastrofální neúrody brambor (Bojňanský a Blattný 1953a). U nás na ně již dávno upozorňovali přední fytopatologové ve svých průkopnických pracích (Říha 1927, Blattný 1930a, b, Baudyš 1929a, b, Vielwerth 1940 a četní jiní). Vymezení a zavedení sadbových oblastí bylo také jedním z kroků ke zlepšení kvality i kvantity naší bramborářské produkce (Blattný 1937, Macek 1951a). Jen snížení výnosů brambor napadených virem X, který se vyskytuje všude na světě, se odhaduje na 10 %. Svinutka, kadeřavka, virus Y, stolbur, virus A, virus S aj. mohou často způsobit i 50% ztráty.

U rostlin vyrostlých a sklizených během jednoho roku závisí snížení výnosů a ztráty způsobené virovými chorobami na době infekce, počtu napadených rostlin jako zdroji nákazy nebo na množství rezervoárových rostlin určitého viru, na stavu porostů a způsobu jejich obdělávání, na počasí, na rozvoji přenašečů virů apod. Včasné napadení oslabených porostů špatnou výživou nebo nedostatkem vláhy, velké množství rezervoárových rostlin v okolí ohroženého porostu apod. způsobují velké ztráty. Tak např. u cukrovky při časném napadení mladých rostlin způsobuje virová žloutenka až 70 % ztrát cukru (Watsonová 1942), nehledě ani ke špatné zpracovatelnosti napadených řep a změnám chemicko-technologické jakosti (Heinze 1953, Schneider 1954, Ivančenko 1956). V Německu zjistil Heiling (1953) až 50% snížení výnosů kořene řepy při silném napadení virovou žloutenkou.

U nás Drachovská (1952, 1953a) zjistila u cukrovky napadené virovou žloutenkou průměrný pokles výnosů o 16—25 %. Další škody způsobuje virová žloutenka i u semenačky cukrovky, u níž snižuje výnos semene až o 40—50 % při totálním napadení porostů (Steudel a Heiling 1954, 1956); u napadené řepy stoupá také podíl malých a méněcenných klubíček Wenzl 1953, Kvíčala 1957a). Podle Drachovské u nás došlo ke snížení výnosů cukrovky napadené komplexem viros až o 72 % a také váha 100 klubíček ze silně napadených semenaček klesla o 30 %. Skladovatelnost průmyslové cukrovky napadené virovou žloutenkou je nižší; zvlášť velký význam má zhoršení skladovatelnosti u sazečkové řepy v krechtech. Podle Björlinga (1949) přezimovalo zdravých sazeček 75 % a sazeček napadených virovou žloutenkou jen 40 %.

O škodlivosti virové mosaiky řepy u cukrovky jsou v literatuře různé údaje. Podle Watsona a Watsonové (1953) snížila virová mosaika při infekci v červnu výnos cukru asi o 20 %. Podle Blattného, Neuwirtha a Ryžkova (1949) dochází při silné a časné infekci ke značnému snížení výnosů. Drachovská (1953a) uvádí snížení výnosů bulev u cukrovky na-

padené mosaikou v různých letech od 25 do 35 % a pokles výnosu semene až o 72 % (tab. 13).

Podle našich pokusů se výnos u cukrovky při napadení virovou mosaikou snižuje podle toho, jak časně došlo k infekci. Při časné květnové infekci se výnos kořene snížil o 39—67 % a chrástu o 18—30 %, při červnové infekci se výnos bulev snížil o 17—47 %, chrástu o 10—23 %. Při červencové infekci výnos bulev klesl o 11—37 %, chrástu o 1 % (Kvíčala 1953).

Tabulka 13

Snížení výnosů cukrovky napadené virovou mosaikou při různé době infekce mšicemi
(podle Kvíčaly 1953)

Doba infekce	Snížení výnosů kořene (v %)	Snížení výnosu chrástu (v %)
Květnová totální infekce	39—67	18,5—30,8
Červnová totální infekce	17,5—47,7	10,3—23,6
Červencová totální infekce	11,6—37,2	1,1
Srpnová totální infekce	2,2—25,0	—

U sazeček napadených záhy virovou mosaikou (květnová umělá infekce) byl v dalším roce kontrolován výnos a jakost semene: Bylo zjištěno, že výnos se snížil o 56,4 % a při tom byl neúměrně zvýšený počet drobných klubíček; podíl klubíček pod 3 mm byl u napadených rostlin 70,1 %, kdežto u zdravých pouze 29,1 %. Také váha klubíček v různých velikostních skupinách byla u mosaikové semenice značně nižší a podobně i počet klíčků byl u klubíček stejné velikostní skupiny nižší u mosaikové semenačky než u semenačky zdravé (Kvíčala 1957a) (tab. 8 a 14).

Tabulka 14

Vliv nákazy virovou mosaikou na počet a velikost řepných klubíček u semenačky cukrovky
(podle Kvíčaly 1957)

Druh rostlin	Velikostní skupina (v mm)							
	pod 2	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Zdravá semenačka								
%	5,70	3,95	5,35	14,10	18,30	21,03	22,54	9,31
počet	—	15,80	14,08	15,80	20,90	17,10	11,30	4,10
Mosaiková semenačka								
%	21,51	9,27	14,00	25,40	17,20	8,42	3,23	1,25
počet	—	28,50	24,40	32,10	13,50	4,80	1,40	0,40

U semenaček nakažených virovou mosaikou bylo celkem 70,1 % klubíček pod 3 mm, kdežto u semenaček zdravých jen 29,1 %.

Virové choroby tabáku ohromně snižují na celém světě výnosy a jakost tabáku. Dosud však máme málo účinných způsobů boje proti nim. Znehodnocení tabákové suroviny virem stolburu je u nás značné (Blattný 1952, Bednar 1958).

Jaké ztráty způsobují ročně virosy u zeleniny, nelze ani vyčíslit. Jen namátkově uvádíme snížení výnosu rajčat napadených komplexem virových chorob (virem mosaiky tabáku a virem mosaiky okurek, virem X z brambor, stolburem apod.). Také jsou známy ohromné ztráty, které způsobuje obyčejná virová mosaika celeru v USA; u nás byla tato choroba rovněž zaznamenána (Blattný 1933, Kvíčala 1957c). Totéž platí o virové zakrslosti a žluté pruhovitosti cibule a česneku.

Avšak nejenom na produkční zelenině, ale hlavně v semenných kulturách jsou virosy zelenin velmi nebezpečné tím, že snižují množství a jakost semene (tab. 6); u některých viros zelenin byl také prokázán značný podíl přenosu viros semenem, např. u salátu, fazolí, hrachu aj. (Kassanis 1947, Ullrich 1954, 1956, Broadbent 1951, Kvíčala 1949c, 1957b).

Nesmíme také zapomínat na virosy květin, zvláště cibulovitých a hlíznatých, které jsou u nás dobrým vývozním zbožím a u nichž některé virosy značně snižují výnosy a znehodnocují produkci (Blattný a Vukolov 1932). Virosy květin a okrasných rostlin jsou nebezpečné také proto, že mnohé z nich jsou přenosné hmyzem na kulturní rostliny a že mnohé květiny, zvláště trvalky a okrasné dřeviny, jsou rezervoárovými rostlinami četných nebezpečných virů zemědělských plodin (Uschdraweit 1954, 1956).

OCHRANA A BOJ PROTI VIROVÝM CHOROBÁM

Hospodářský význam virových chorob rostlin tkví hlavně v tom, že když některá rostlina onemocní virosou, zůstane pak nemocná až do konce svého života; u jednoletých rostlin jde o poměrně krátkou dobu, ale u trvalých rostlin jde o onemocnění na mnoho let a u rostlin rozmnožovaných vegetativně dokonce o zamoření pro všechno vegetativně množené potomstvo. Příznaky mohou také v tomto potomstvu kolísat podle vnějších podmínek a v praxi jsou zaznamenány také případy, že i některé vegetativní části rostliny nemocné virovou chorobou mohou být viru prosté — zcela zdravé (např. u bramborových hlíz nakažených virem Y nejsou nakažena všechna očka hlízy). Z určitých oček, když se včas oddělí od mateřské hlízy, vyrostou zdravé trsy brambor. Také meristematická pletiva vegetačních vrcholků bramborových kliček u bramborových hlíz napadených virem S jsou prosta tohoto viru a vyrostou z nich zdravé trsy (Kassanis 1956). Podobně je tomu i u virosních jiřin, gladiolů, tulipánů a jiných. Svědčí to o nerovnoměrném rozdělení viru v pletivech rostlin. U jednoletých rostlin mohou být i případy generativního přenosu některých virů — přenos semenem —, ale tyto případy jsou prozatím omezeny jen na některé virosy bobovitých a hvězdnicovitých rostlin. U jiných čeledí byly prokázány jen ojediněle. Podle posledních zjištění u nás (Pozděna, Hellebrant a Blattný 1954) nelze je také přehlížet, poněvadž i kdyby to bylo jen nepatrné promile rostlin na 1 ha, znamená to v zemědělské velkovýrobě, zvláště u virů přenosných hmyzem, velké nebezpečí; rostliny vyrostlé z nakažených semen jsou nebezpečné jako zdroj nákazy (Kvíčala 1957b).

V ochraně a boji proti virovým chorobám rostlin má dosud hlavní význam předcházení virosám. Stále většího významu nabývá šlechtění na odolnost a vzdornost (Köhler 1935a, Pound 1952), kdežto vlastní léčení — terapie — viros je ještě v začátcích a uplatňuje se jen u některých viros a některých druhů rostlin.

Ochranu a boj proti virovým chorobám můžeme rozdělit takto: 1. odstraňování zdrojů nákazy — negativní výběry, 2. hubení přenašečů a zamezení přenosu, 3. přímé léčení — terapie, 4. šlechtění na odolnost, eventuálně vzdornost, 5. volba a úprava prostředí — metody agrotechnické.

Negativní výběry v ochraně proti virosám

Odstraňování zdrojů infekce (negativní výběry) je nejjednodušší a nejlacinější prostředek boje proti virovým chorobám rostlin, ale musí se dít včas; jinak nepřinese výsledek, který od něho očekáváme. Nejvíce je tento způsob propracován u rostlin množených vegetativně a u dvouletých rostlin množených sazečkami. U brambor je to způsob nejvíce aplikovaný v praxi (Macek 1951b) vedle volby vhodného prostředí pro pěstování sadbových brambor.

Zde se nejlépe osvědčily bramborářské polohy podhorské s větším množstvím srážek a s půdami více nebo méně podzolovanými. Očekáváme, že v takových polohách je také menší množství i slabší migrace hmyzu, hlavně mšic, které přenášejí nejdůležitější virové choroby brambor (Macek 1951a). Sadbové oblasti jsou u nás zavedeny a vědecky zdůvodněny již odedávna (Blattný 1937) a i v cizině je na ně brán zřetel. V přímořských krajinách jsou vhodnými oblastmi pro pěstování sadbových brambor určité části pobřeží nebo některé ostrovy, jako je tomu tak např. na ostrovech na západním pobřeží Skotska a v celé skotské oblasti, v Holandsku pak v celé přímořské oblasti.

Kromě odstraňování zdrojů infekce v porostech (negativní výběry) je také nutné odstraňovat nemocné jedince ze sadby; rostliny vyrostlé z nakažené sadby jsou nebezpečným zdrojem nákazy, zvláště u virů přenosných hmyzem.

V některých zemích je zaveden celý systém zkoušek, kterým bramborová sadba podléhá, než je uznána. Základem tu často bývá testování výchozího materiálu sadbových brambor sérologicky nebo vegetačními zkouškami. V rozlehlých státech, jako např. v USA nebo v SSSR, jsou možnosti testovat bramborovou sadbu během zimy v polních pokusech na jihu (v USA na Floridě) a po těchto vegetačních zkouškách ji lze na severu na jaře vysazovat. Podle zkoušených vzorků již známe její zdravotní stav.

V našich poměrech nemůžeme tyto testy provádět na poli a omezujeme se u brambor na to, že se ve vegetačních zkouškách alespoň zjišťuje zdravotní stav vzhledem k virosám u vyšších stupňů množení M1, M2, M3, M4. Jinak se také v cizině a od r. 1957 i u nás jako náhrada za vegetační test provádějí během zimního období testy řízkovou nebo očkovou metodou, jejíž podstata je obdobná jako u polního zkoušení (Köhler 1935b). Ze vzorků zaslaných hlíz se ve skleníku během zimy zasadí jednotlivá očka z určitého počtu hlíz; z vyrostlých trsů se pak pozorováním nebo i testem na tabáku zjišťuje jejich zdravotní stav a podle toho se pak usuzuje na celkový zdravotní stav příslušné partie sadby. Sérologické testy bramborové

sadby se hojně provádějí v Holandsku (van Slogteren 1952); v Německu jsou vedle toho ještě doplňovány řízkovou metodou během zimy. Sérologické metody pro zjišťování virových chorob byly také propracovány u virových chorob jiřin, gladiolů, tulipánů, karafiátů, řepných sazeček apod., hlavně v Holandsku (Limasset 1953, van Slogteren 1952).

Odstraňování zdrojů infekce má význam také u virových chorob přenosných cibulemi i semenem, např. u cibulí, česneku, póru, u některých viros bobovitých rostlin (jetele, vojtěšky, fazole), některých viros hrachu a salátu. Včasným odstraněním nemocných rostlin z porostu u semenných kultur zamezíme možnost přenosu nákazy na sousední rostliny a také při eventuálním vyzrání a vytvoření semene zabráníme znečištění osiva semeny z virosních rostlin; všechna tato semena nejsou sice nositeli nákazy, přece však určitý zlomek procenta může přenášet virus (Pound 1946a, 1946b).

Velkým zdrojem nákazy virovými chorobami a tzv. rezervoárem virových chorob kulturních rostlin mohou být plevele (Kružlin 1953) a u zemědělských plodin i četné rostliny okrasné, zvláště vytrvalé (Uschdraweit 1954, 1956). Zdrojem nákazy pro zemědělské plodiny mohou být u plodin dvouletých právě semenné kultury těchto plodin, jak je tomu např. u cukrovky, řepy krmné a salátové apod. Proto také péče o sazečky a pak o semenačky je velmi důležitým článkem boje proti virosám. Sazečky napadené, např. u řep, virovými chorobami jsou v příštím roce zdrojem nákazy pro mšice, které pak tato virová onemocnění přenášejí. U nás prozatím jsou virové choroby řepy omezeny na virovou mosaiku a virovou žloutenku; obě jsou přenosné mšicemi ze zdroje nákazy, jímž jsou nejčastěji sazečky nebo i zimní špenát a některé vytrvalé merlíkovité plevele. Na průmyslové řepě jsou pak tyto virosy pramenem četných ztrát nejen na výnosech kořene a chrástu, ale i na cukernatosti a zpracovatelnosti cukrovky (Drachovská 1952, Ivančenko 1956).

Pro zamezení přenosu virových chorob ze semenaček se doporučuje řada opatření, z nichž je prozatím nejdůležitější prostorová isolace semenných kultur od sazeček a průmyslové řepy a vysazování jen zdravých sazeček (negativní výběry při vybírání z hrobků a krechtů) (Drachovská 1953b, 1954). V Anglii se řepné sazečky pěstují mimo oblast pěstování průmyslové řepy a i u nás doporučujeme toto opatření (Kvíčala 1948d). Ovšem přeprava sazeček na jaře nebo na podzim činí značné potíže, proto se tento způsob v praxi neujal. Aby se zabránilo dalšímu šíření virových chorob u cukrovky, je nutno udržovat sazečky za vegetace tak, aby u nich nedošlo k nákaze virovými chorobami přenosnými mšicemi. Může zde jít buď o isolační oblasti, o nichž jsme se již zmínili, nebo pouze o porosty sazečky isolované od semenaček a průmyslové řepy vzdáleností. Bylo by vhodné porosty sazeček napadené víc než z 10 % virovými chorobami z dalšího pěstování jako semenačky vylučovat; je to možné jen zpřísněným uznávacím řízením, poněvadž dosavadní norma zdaleka neodpovídá škodlivému vlivu virových chorob řep.

Dále nutno zamezit mšicím přístup na sazečkové porosty, a to buď isolačními rostlinami, nebo velkými isolačními vzdálenostmi. Osvědčují se okrajové pásy — kulisy — kukuřice, slunečnice nebo jiných vysoko vzrůstných plodin vytrvávajících dlouho do podzimu. Také určitými insekticidními látkami (systemickými přípravky) lze učinit sazečky pro mšice a jiný

savý hmyz toxické alespoň na určitou dobu, která se dá opětovnými postříky prodloužit. Tento způsob ochrany není ovšem na 100 % účinný, protože i když nakažená mšice sající na zdravé rostlině postříkané systemickým jedem zahyne, stačí okamžik sání, aby přenesla nákazu. Proto tento způsob boje nutno ještě kombinovat s ostatními zákroky, jako jsou např. negativní výběry, isolační vzdálenosti apod. Negativní výběry při ukládání sazeček do krechtů nebo nejpozději při vybírání na jaře by měly být pravidlem.

Zdrojem nákazy řep virovými chorobami mohou být, jak jsme se již zmínili, i vytrvalé merlíkovité plevele (Blattný ml. 1956) a zimní špenát. I na to musíme brát zřetel a nedávat sazečky nebo semenačky blízko kultur špenátu (Heinze 1953). Při menším napadení lze hlavně u semenaček doporučit i negativní výběry, což ovšem u nás při ohromném napadení sazečkových a semenných porostů a také při značně mírné normě pro uznávání nebude nikdo provádět; lze to však doporučit v porostech tam, kde je jen několik nakažených rostlin (Drachovská 1954).

U brambor důsledné a včasné negativní výběry značně zvýší kvalitu sadby. Na včasné provedení negativních výběrů nutno klást největší důraz: S prvními negativními výběry začínáme v době prvních náletů okřídlených migrantů mšice broskvoňové na brambory a jiné rostliny. Tato doba je různá podle oblastí, podle povětrnostních podmínek v jednotlivých letech, ale lze ji spolehlivou signalisací zjistit a stanovit (Heinze 1948). U nás v nížinných polohách s negativními výběry začínáme přibližně od druhé poloviny května do konce června, ve vyšších horských oblastech od poloviny června do poloviny července. Maximum populace mšic bývá u nás na bramborách v nížinách asi koncem června a začátkem července a ve vyšších polohách v druhé polovině července. Někdy nastává ještě v září druhé maximum populace mšic na bramborách, ovšem poněkud nižší (Kvíčala a Rozsypal 1950).

Obdoba negativních výběrů u brambor, řep nebo sazeček zeleniny se také osvědčila v boji proti virosám chmele (Blattný a Oswald 1950). V matečných chmelnicích se všechny nemocné keře označí barvou a neberou se z nich pak řízky pro další množení. Podobná opatření lze doporučit i proti virovým chorobám révy vinné u nás (Kvíčala a Pfeiferová 1955) asi tak, jako se to již v USA dlouho provádí proti Piercově chorobě révy vinné.

Hubení savého hmyzu — přenašečů viros

Jedním z hlavních způsobů boje proti virovým chorobám přenosným hmyzem je boj proti přenašečům — vektorům, a to hlavně boj proti savému hmyzu, který přenáší většinu virových chorob (Sylvester a Mc Lean 1949). Různá intensita šíření některých virových chorob závisí hlavně na druhu a počtu přenašečů, na způsobu a snadnosti nákazy hmyzu na zdroji, na rychlosti a snadnosti přeletu ze zdroje nákazy na zdravé rostliny a v neposlední řadě na době, po kterou zůstane hmyz schopný nákazu přenášet bez další možnosti obnovovat svoji infektivitu na zdroji nákazy.

Všechny virové choroby přenosné hmyzem by přestaly být nebezpečné, kdybychom zničili všechny přenašeče. Tento způsob se dosti dobře osvědčil u některých virových chorob rajčat a jiné zeleniny a květin ve skleníku,

kde pravidelným vykuřováním a hubením mšic, třásněnek a molic dovedeme účinně chránit rostliny proti virové bronzovitosti rajčat na rajčatech a chryzantémách a jiných rostinách, proti virové mosaice okurek na rajčatech a okurkách nebo i některých květinách a proti virovým chorobám rychlené košťálové zeleniny.

Hubení hmyzu v polních podmínkách je problém složitější a méně snadný. Technicky máme sice možnost poprašováním nebo postřikem insekticidními látkami zničit savý hmyz, ovšem hubit savý hmyz jako přímého škůdce je jiný problém než hubit jej jako přenašeče virových chorob. Z dřívějších kapitol víme, že virová nákaza může u některých virů v těle hmyzu setrvat po celou dobu jeho života a hmyz je schopen nakazit zdravou rostlinu ihned, jakmile na ní začne sát. Jiné viry přenáší hmyz jen krátkou dobu po opuštění zdroje nákazy a obvykle po sání na zdravé rostlině ztrácí většina jedinců nakažených tímto virem svoji nakažlivost.

Uvedením systemických insekticidů se tato otázka také uspokojivě nevyřešila a k totálnímu zamezení virových chorob přenosných hmyzem v porostech ošetřených systemickými přípravky nedošlo. Přesto jsou systemické přípravky velkým přínosem v boji proti některým virovým chorobám, které mohou redukovat na nejmenší míru; je-li pak tento způsob boje doplněn ještě jinými opatřeními, vede k uspokojivému řešení celého komplexu boje proti virovým chorobám některých plodin (Sylvester 1949). U viros brambor bylo prokázáno, že poprášení nebo postřiky obyčejnými mšicohubnými přípravky zničily úplně populaci mšic, přesto však došlo k infekci porostů svinutkou i čárkovitostí nebo kadeřavostí způsobenou virem Y; tyto viry byly do porostů přeneseny okřídlenými migranty mšice broskvoňové nebo i jinými mšicemi přenášejícími virové choroby brambor z velmi vzdálených neošetřených nakažených porostů (Doncaster a Gregory 1948, Heinze 1953 aj.).

Jiný způsob boje proti virovým chorobám brambor hubením přenašečů se provádí v Německu, kde se zaměřují na boj proti hlavnímu přenašeči virových chorob brambor, mšici broskvoňové (*Myzodes persicae* Sulz.) hubením jejích vajíček vykladených na zimní hostitele, hlavně na broskvoně. V době vegetačního klidu se broskvoně postřikují karbolinei nebo organickými barvivy. Tím se podařilo v oblastech pěstování sadbových brambor úplně vyloučit mšici broskvoňovou a dosáhnout tak podstatného zkvalitnění sadby. Až dodnes kladou v Německu na tento způsob boje největší váhu a také na mšice hledí jako na nejvážnějšího činitele, který ovlivňuje kvalitu sadbových brambor. Ovšem v oblastech, kde mšice broskvoňová přezimuje jako živorodá bezkřídlá samička na různých skleníkových rostlinách a za mírné zimy i venku na brukvovitých rostlinách není tento způsob boje tak účinný. Gersdorf (1955) studoval závislosti mezi zimními hostiteli vajíček mšic přenášejících virosy s výskytem těchto viros. Na zřeteli měl hlavně mšici broskvoňovou a sadbové oblasti bramborářské v Německu. Zjistil, že výskyt a rozdíly v populační hustotě této mšice není v souvislosti s výskytem vajíček na hlavním zimním hostiteli broskvoni v bezprostředním okolí, nýbrž závisí také na možnostech jejího vývoje i jinde ve vzdálenějším okolí.

Z dalších možností boje proti přenašečům je třeba se ještě zmínit o metodě lapacích rostlin, na které určitý savý hmyz lákáme, a tam jej pak hromadně hubíme. V Německé demokratické republice se provádí tento

způsob boje hlavně u nebezpečné německé virové kadeřavky cukrovky, přenášené plošticí sítěnkou řepnou (*Piesma quadrata* Fieb.). Tato ploštice přezimuje obvykle v křoviskách, v živých plotech, na mezích a stráních a odtud se záhy na jaře stěhuje na řepniště. V oblastech ohrožených touto chorobou sejí záhy na jaře lapací pásy řepy. Ploštice, které se na takové lapací pásy ze zimních úkrytů slezou a vykladou tam vajíčka, se zničí postřikem hmyzohubnými přípravky a zaoráním. Někdy stačí k zničení plošticí pouze hluboké zaorání porostu řepy na lapacích pásech. Tímto opatřením se později normálně vysetá řepa chrání před napadením plošticemi a tím před zavlečením a rozšířením virové kadeřavky.

U některých virových chorob přenášených hmyzem se také dá předejít výskytu virových chorob časnou setbou. Rostliny jsou potom v době masové migrace mšic nebo jiného hmyzu již značně odrostlé a jsou savým hmyzem méně vyhledávány; i když dojde k osazení starších rostlin nakaženým hmyzem, jsou v četných případech rozvoj a množení viru omezeny a také škody jsou menší, poněvadž k projevení příznaků dojde až v pozdějším období vegetace. Je známo z četných příkladů u nás i za hranicemi, že čím v ranějším stadiu je rostlina některou virovou chorobou napadena, tím jsou ekonomické ztráty větší (Drachovská 1950, Blattný, Neuwirth a Ryžkov 1949, Kvičala 1953). Také u brambor, dojde-li k pozdní infekci trsu některým virem, často virus ani neprojde rostlinou do všech hlíz a většina hlíz pod pozdně nakaženým trsem může být zdravá a viru prostá.

Nepřímý způsob boje proti virosám tím, že hubíme jejich přenašeče v zimních úkrytech nebo na zimních hostitelích, doporučují také Suchov a Petljuk (1940) proti virové chorobě zvané zakuklivanije ovsa (zakrslost, růžicovitost ovsa), která je v SSSR přenášena křískem *Calligypona marginata* Fab., přezimujícím také v živých plotech a na různých křovinách v polích, kde se postřiky hubí. I proti stolburu na lilkovitých rostlinách lze bojovati hubením přenašečů (Bojňanský a Králiková 1955).

Jiný způsob boje proti přenašečům virových chorob je zabránění přístupu hmyzu ke kulturám, jak už o tom byla zmínka. Může se to ještě dít v malém také tím, že rostliny pěstujeme v ochranných sítích z hustého drátěného pletiva nebo mušelínu. Také pěstování brambor v sadbových oblastech můžeme považovat za opatření sledující stejný cíl. Pěstujeme brambory ve speciálně vymezených a zvlášť vhodných oblastech, o nichž předpokládáme, že se v nich mšice vůbec nevyskytují, nebo jen málo a v pozdní době vegetace. Nepříznivými klimatickými podmínkami je pohyb — migrace — mšic v těchto oblastech také značně omezen (Pozděna Hervert, Blattný 1952).

Tímto způsobem se pěstují kvalitní sadbové brambory všude v pokročilých bramborářských státech. Také u nás se vracíme k systému sadbových oblastí, který je předmětem četných starších i novějších studií, hlavně z hlediska výskytu mšic (Davies 1935, Blattný 1937, Doncaster a Gregory 1948, Kvíčala a Rozsypal 1950, Zadina a Votoupal 1953, Zadina a Bartes 1956, Šíp 1958 aj.). Rozvoj mšice broskvoňové je v chladnějších oblastech omezován, a proto jsou jako sadbové oblasti vhodnější. Avšak také horké a suché počasí brzdí výskyt a rozvoj mšic, a tak se může stát, že v některých letech je i u nás sadba brambor z hor-

ských poloh horší než sadba z nížin (z hlediska virové nákazy). Typický byl pro to rok 1952 (Zadina a Bartes 1956).

Jeden ze způsobů boje proti virosám brambor v souvislosti s mšicemi je celkem opomíjen. Je totiž známo, že ne všechny odrůdy brambor jsou stejně silně napadány mšicemi. U nás to máme potvrzeno četnými pozorováními a dlouholetými záznamy z různých oblastí. Víme např., že ve stejné době je na odrůdě Bintje a Erstling daleko více mšic než na odrůdě Krasava, Triumf, Ackersegen a Voran. Stejné výsledky byly zaznamenány i jinde (Adams 1946). Je to možná v souvislosti s vývojovým cyklem rostliny, nikoli však v korelaci s náchylností nebo odolností rostliny k virosám. Tak např. známá americká odrůda Katahdin, hojně používaná při křížení na vzdornost k virosám, hlavně viru X a viru svinutky, je zase na druhé straně silně napadána mšicemi, pro které je zvlášť dobrým hostitelem.

Přenos virových chorob jinými živočichy než hmyzem je také možný, zvláště u vysokoinfekčních virů, např. u viru mosaiky tabáku, viru X z brambor. Zde často může dojí k přenosu z rostliny na rostlinu otíráním pokožky (srsti, peří) procházejících zvířat o rostliny nemocné a zdravé; přenašeči mohou být jak zvířata vyskytující se divoce v přírodě, tak i potahy při obdělávání. Konečně může dojít k přenosu i mechanisačními prostředky a člověkem; zde nejde totiž o přenos biologický, nýbrž pouze mechanický kontaminativní. Jsme toho svědky hlavně v zahradnických kulturách, v rychlírnách rajčat, papriky ve skleníku a v hangárech.

Boj proti vysokoinfekčním mechanicky přenosným virovým chorobám, hlavně viru mosaiky tabáku a viru X z brambor, v kulturách všech lilkovitých (papriky, rajčat, lilku jedlého, tabáku apod.) musí záležet hlavně v tom, že budeme dbát všech preventivních hygienických opatření. Musíme si uvědomit, že virus mosaiky tabáku přetrvává bez velkého snížení nakažlivosti i v zetlelých zbytcích napadených rostlin, tudíž nejčastěji v kompostní zemině a v půdě vůbec, kde byl nemocný tabák pěstován. Dále pak vytrvává v tabáku i po fermentaci, a tudíž každá cigareta je zdrojem nákazy. Pracující, kteří kouří cigarety nebo jinak přijdou do styku s tabákem, si potřísní ruce natolik, že pak snadno při vyvazování, vyštipování, sázení a podobných úkonech s rajčaty a jinou lilkovitou zeleninou nakazí tyto rostliny, aniž si to uvědomují. Proto je vhodné, pokud možno, vyloučit kuřáky z rychlíren rajčat a papriky a dbát toho, aby si všichni pracující před každou prací s rostlinami i během práce s nimi častěji myli ruce mýdlem. Také pařeništní a kompostní zemina pro tyto plodiny se nemá brát z kompostů, kde jsme v dřívějších letech kompostovali nakažené zbytky těchto rostlin. Ani dokonalá sterilace půdy, paření kompostů atd. nezničí tento virus docela, pokud teplota nestoupne na 100° C. Virus mosaiky tabáku je značně termoresistentní a inaktivuje se až při teplotě 97° C. Obyčejným pařením kompostů v něm výskyt viru mosaiky tabáku jen o něco snížíme.

V boji proti přenašečům virových chorob řep nutno opětovně zdůraznit včasné ošetření semenic, které jsou prvním zdrojem infestace mšicemi i zdrojem nákazy, poněvadž bývají napadeny virovými chorobami často víc než z 50 %.

Podle pokusů se u nás systemické přípravky osvědčily jen částečně, ale přesto mají v boji proti přenašečům velký význam (Drachovská

a Blattný ml. 1953). Existuje také různá citlivost dvou hlavních přenašečů virových chorob řep, tj. mšice broskvoňové a mšice makové (*M. persicae* Sulz. a *Doralis fabae* Scop.) k mšicohubným přípravkům na basi organofosfátů, k nimž je první citlivější než druhá (Steudel 1952). Pokud jde o boj proti přenašečům virových chorob řep bojem proti zimním hostitelům vajíček mšice makové, kalinám a brslenu evropskému, je to otázka dosti obtížná. Tyto dvě rostliny jsou vskutku hostiteli, na které tato mšice většinou klade vajíčka k přezimování. Z ostatních zimních hostitelů vajíček této mšice se uvádí též bez černý (*Sambucus nigra* L.) a český jasmín — pustoryl. Nejde zde však pravděpodobně o rasu mšice makové, která by přecházela na řepu. Vysekání těchto keřů tedy není východiskem, protože mšice si najde jiného zimního hostitele. Boj postřikem lze technicky provést v době vegetačního klidu, zvláště na okrajích lesů poblíž bývalých nebo budoucích řepnišť. Vysekání, vlastně jen občasné zmlazení těchto keřů, by bylo prospěšné hlavně tehdy, když bychom větve osazené vajíčky ihned spálili.

U virových chorob přenosných roubováním a očkováním musíme v boji proti virovým chorobám dbát toho, abychom nebrali rouby a očka z nemocných stromů nebo keřů. Platí to o všech virosách ovocných a některých okrasných dřevin i květin.

Terapie viros

Vlastní léčení viros — terapie — je prozatím ještě v začátku a žádná z metod není dosud tak propracována, aby se dala v široké praxi použít (Zakopal 1957). Jsou to metody často velmi složité a jejich provádění lze svěřit jen dobře kvalifikovaným osobám. Můžeme získat viru prosté rostliny tím, že nemocné rostliny podrobíme takovým zákrokům, které zničí virus v buňkách, aniž ovšem poruší buňky hostitele. Metody záležející např. v tepelné terapii napadených rostlin nebo jejich částí byly prvně propracovány u řízků cukrové třtiny napadené různými nebezpečnými virosami (Willbrink 1923, Martin 1932). Řízky byly na ½ až 1 hodinu ponořeny do vody teplé 52° C a pak z nich vyrostly zdravé sazenice. Tato metoda se osvědčuje jen u virů, které mají nízkou inaktivační teplotu in vitro a dá se o nich předpokládat, že také in vivo se snáze inaktivují vyšší teplotou.

Podobných výsledků bylo dosaženo u některých viros broskvoní v USA. Mladé stromky byly máčeny ve vodě 35° C teplé po 14 dní i déle (Kunkel 1935, 1936a). Také očka i rouby se daly tímto způsobem z onemocnění viry vyléčit, a to ponořením na 10 minut do vody 50° C teplé. Pokusy s tepelnou terapií a virovou metlovitostí brambor konal Kunkel (1943b). Tepelná terapie byla také uplatněna při léčení některých jiných viros, např. žloutenky aster (Kunkel 1941). Kassanis (1950) zaznamenává, že se mu podobně podařilo vyléčit hlízy brambor napadené svinutkou tím, že je 10—12 dní uchovával v termostatu při teplotě 37° C a značné vlhkosti. Podobnými otázkami se zabýval i Bode (1950) a Kassanis (1954) u jiných viros. Tepelnou terapií bylo při léčení viros dosaženo nejlepších výsledků. Hervert (1954) v pokusech s virosami fazolí přenosnými semenem naopak zahříváním semen dosáhl zvýšení a zesílení příznaků viros.

Pokud jde o chemoterapii, už Stoddard (1942) ukázal na její možnosti

u jedné z amerických viros broskvoní. Když se rouby broskvoně napadené X chorobou máčely v roztoku chinhydronu, močoviny a thiosulfátu, podařilo se je ozdravit.

Je ovšem mnoho chemických látek, které inaktivují virus in vitro, ale in vivo obvykle také zničí a zabíjejí hostitelskou rostlinu. To jsou ještě stálé nevýhody chemoterapie. Také 2—4dichloroctová kyselina má určitý brzdicí vliv na množení některých virů v pletivech (Limasset, Levieil, Sechet 1947). Thiouracil zabrzďuje tvorbu viru mosaiky tabáku v pletivech (Nichols 1953, 1954, Bawden 1954, Commoner a Mercer 1951). Ještě mnoho jiných látek má jak in vitro, tak in vivo vliv na některé viry, a dají se tedy v některých omezených případech v chemoterapii virů využít, např. chloramfenikol, guanazol aj. (Kirkpatrik a Lindner 1954, Mathews 1951). Mnohé z nich jsou značně toxické živým buňkám, takže se jejich koncentrace musí volit velmi opatrně; nelze proto tyto metody v široké praxi aplikovat, ale do budoucna s nimi musíme počítat. Také některé antibiotické látky mají podobný vliv na rostlinné viry jako uvedené chemikálie (Utech a Johnson 1950, Zorin a Rossolino 1956).

Gray (1957) isoloval z hub rodu *Streptomyces* zvláštní krystalickou látku, která má antivirální účinky. Když byly roztokem této látky postříkány rostliny rajčat nebo tabáku, nenakazily se virem bronzovitosti rajčat a virem mosaiky tabáku, i když tento postřik byl proveden např. 2 hodiny po infekci.

O inaktivačním nebo inhibičním vlivu některých látek na rostlinné viry in vitro bylo již pojednáno ve zvláštní kapitole. Ovšem in vivo nejsou tyto látky, aspoň mnohé z nich, k inaktivaci virů vhodné (Ryžkov 1955). Na druhé straně je také známo o látkách hormonálních, že způsobují na rostlinách podobné jevy, hlavně morfogenní, jako viry. Známe z praxe i z literatury případy poškození některých rostlin hormonálními herbicidy na basi 2—4dichlorfenoxyoctové kyseliny, α-naftyloctové kyseliny jakož i 2-methyl-4-chlorfenoxyoctové kyseliny, jako jsou u nás vyráběný přípravek Dikotex nebo v cizině Hormit apod. (Dykyj-Sajfertová 1952, Blattný a Majerník 1957).

Šlechtění v boji proti některým virovým chorobám

Šlechtění v boji proti virovým chorobám se na první pohled zdá být nejjednodušší cestou, ale v praxi jsou tu četné obtíže. Z hlediska šlechtění můžeme rozeznávat rostliny, které jsou k virovým chorobám odolné — resistentní, nebo dokonce vzdorné — imunní. Jiné odrůdy mohou být pouze tolerantní, tj. napadení určitým virem snášejí natolik, že výnosy nejsou dotčeny. V každé skupině můžeme uvést řadu případů od nás i z ciziny. Byly vyšlechtěny odrůdy cukrové třtiny odolné vůči virové mosaice (Summers et al. 1948). V USA byly vyšlechtěny odrůdy cukrovky tolerující napadení virem vrcholkové kadeřavky bez velkého snížení výnosů (Tolman a Murphy 1942). V tomto případě jde vlastně o kombinaci tolerance a resistence, jak ukazují nejnovější práce (McFarlan a Price 1954). V USA byly také vyšlechtěny některé odrůdy cukrovky odolné i proti virové žloutence (Coons 1953). Imunita proti virové žloutence nebo virové mosaice nebyla u řep ještě zjištěna (Heinze 1953). Odolnost

k virovým chorobám řepy může např. být i somatického typu — mechanická, záležející v tom, že některé řepy s hrubším listem a větším množstvím trichomů apod. nejsou tak vyhledávány mšicemi, které tyto viry přenášejí, nedojde tedy k nákaze. Tato mechanická odolnost není jevem trvalým a může podléhat změnám podle vlivů vnějších podmínek (výživa, osvětlení, srážky apod.).

Tolerance k virovým chorobám není ideálem při šlechtění, je jen prvním stupněm. Tím se totiž viros nezbavíme, poněvadž tolerantní odrůdy jsou zdrojem nákazy pro ostatní netolerantní odrůdy, což je ovšem velkým nebezpečím pro praxi, jehož jsme dnes svědky i u jiných plodin než u řep. Některé rozdíly mezi stupněm napadení virovými chorobami u řep krmných a cukrovek byly zaznamenány, ale nejsou zvlášť výrazné (Heiling a Steudel 1954). Jsou také zaznamenány případy, že odrůdy cukrovky vyšlechtěné jako odolné k americké vrcholkové kadeřavce jsou jí nyní napadány (Giddings 1941a, b, 1946). Vyštěpily se kmeny tohoto viru s větší virulencí, takže jde vlastně o stálý boj šlechtitele s přírodou. Viry tak jako ostatní živé organismy se mohou měnit a přizpůsobovat.

U brambor bylo ve šlechtění proti virosám dosaženo také jen malých úspěchů. Podle zpráv z USA se podařilo vyšlechtit odrůdu č. 41956 imunní k viru X. V našem a světovém sortimentu brambor máme odrůdy, které na infekci některými viry reagují specifickým způsobem: Některé z nich jsou odolné až vzdorné k nákaze, jiné jsou zase utajenými nositeli, jiné nákazu tolerují, aniž se nějak podstatně snižují výnosy, ač na rostlinách jsou patrné příznaky. Tyto případy jsou velmi hojné u viru S. Jiné odrůdy jsou naopak velmi náchylné a citlivé a po nákaze projevují zřetelné příznaky; také jejich výnosy jsou nižší. A konečně jsou určité odrůdy, které jsou hypersensitivní, to znamená, že po nákaze určitým virem nakažená partie pletiv a pak celé části rostlin hynou. Ty odrůdy, které viry tolerují, jsou velkým nebezpečím pro ostatní netolerantní odrůdy. Hypersensitivita je vlastnost, kterou při šlechtění brambor proti virosám můžeme vítat, poněvadž rostlina nebo ta část pletiv, která byla virem nakažena, odumírá, virus se dále v rostlině nemůže rozmnožovat a nemohou se také nakazit sousední rostliny. Této vlastnosti bylo při šlechtění proti virosám brambor využito ve Skotsku, kde je hypersensitivita k viru X a A požadována u všech nově vyšlechtěných odrůd. [Týká se to jen viru X (Cockerham 1943a, b) a viru A.] Je to určitý typ polní vzdornosti, to znamená, že dojde-li k infekci rostliny virem, k němuž je hypersensitivní, rostlina předčasně odumře a nestane se zdrojem nákazy pro jiné. Tak se podařilo ve Velké Británii vyšlechtit víc než polovinu odrůd polně vzdorných k viru A. Proti viru X je polně vzdorných odrůd asi 20 %. Odrůdy odolné nebo vzdorné proti viru Y se nepodařilo ještě získat. Geneticky jsou faktory ovlivňující odolnost k viru A a X těsně spolu vázány, a proto také, získáme-li odrůdu polně vzdornou k viru X, je obvykle polně vzdorná i k viru A, ne však naopak (Cockerham 1945). Problém viru Y je pro šlechtitele mnohem obtížnější, poněvadž žádná z běžných odrůd není proti tomuto viru polně vzdorná (Köhler a Ross 1951, Cockerham 1952). Existuje však určitý stupeň odolnosti jak u evropských, tak i amerických odrůd a vhodným šlechtěním je možné tuto odolnost zintensivnit. Někteří noví kříženci vyšlechtění v Austrálii typicky reagují na virus Y a jsou polně vzdorní. Např. kříženci Snowflake × Katahdin a Brown's River × Katahdin po infekci

virem Y projevují silnou čárkovitost nebo vrcholkovou nekrosu, při níž rostliny do měsíce po infekci odumírají. Mezikřížení hypersensitivních hybridů dávalo potomstvo, které mělo značnou odolnost k viru Y. Při zkoušení sortimentu nekulturních brambor byla objevena polní vzdornost k viru Y u *Solanum simplicifolium* a u některých odrůd *S. demissum.* I svinutka brambor upoutala pozornost šlechtitelů a noví kříženci s nekulturními druhy brambor vykazují až 40% odolnost ke svinutce (Baerecke 1956).

U tabáku bylo také dosaženo některých praktických výsledků při šlechtění proti virosám u odrůdy Ambalena a T. I. 448. U těchto odrůd je odolnost vlastně kombinací určitého stupně tolerance se schopností omezovat množení a pohyb viru v pletivech rostliny více, než je tomu u jiných odrůd (McKinney 1943). I u košťálové zeleniny se začalo šlechtit na odolnost k virosám (Pound 1946b, 1952).

Také u fazolí byla v USA už dávno sledována otázka odrůd odolných k virové mosaice fazolí a bylo také získáno několik odrůd proti této mosaice odolných, např. odrůda Idaho Refugee, Wisconsin Refugee aj. (Walker a Jolivette 1943). Také z dalšího křížení bylo získáno značné množství nových tolerantních odrůd, které vyhovují i praxi. Využití vlastnosti, že jeden kmen viru může chránit rostlinu proti napadení silnějším kmenem téhož viru, nemá ve šlechtitelské praxi vyhlídek, poněvadž prakticky nemůžeme imunisovat rostliny tak, jak to můžeme učinit u zvířat.

Náchylnost rostlin k infekci virem je také ovlivňována roční dobou, pravděpodobně i intensitou světla, jak bylo zjištěno u viru nekrosy tabáku (*Nicotiana virus 11* Smith et Bald). Rostliny, které byly v letních měsících pěstovány za nedostatku světla, byly k nákaze citlivější (Bawden a Roberts 1947). Pokud jde o vliv hnojení, bylo zjištěno, že zvýšené dávky fosforu u tabáku zvyšují růst rostlin i množství viru u mosaiky tabáku. Dusík působí stejně jen za současného přidání fosforu (Bawden a Kassanis 1950a, b). Možnost infekce v závislosti na stáří rostliny byla zjišťována u viru zakrslosti rajčat (*Lycopersicum virus 4* Smith), kde odolnost k infekci tímto virem stoupá se stářím rostlin, a to jak u rajčat tak i u *Nicotiana glutinosa* L. Také u ostatních virů byla zjištěna podobná souvislost odolnosti rostlin k infekci se stoupajícím stářím. Köhler (1941b, 1943) studoval tuto otázku u viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] a Bercks (1951a) u viru X z brambor [*Solanum virus 1* (Orton) Smith]. Také v pokusech s virovou mosaikou zelí (*Brassica virus 1* Smith) starší rostliny byly k infekci odolnější, a to jak při mechanickém očkování, tak při přenosu mšicemi (Kvíčala 1948c).

Agrotechnika v boji proti virosám

Výskyt virových chorob lze také omezovat úpravou prostředí — agrotechnickými zásahy. Víme, že viry jako obligátní parasité jsou odkázáni na živé buňky hostitele. Proto vhodnými zásahy do metabolismu rostliny můžeme do určité míry ovlivňovat i viry, můžeme je omezovat, v některých případech úplně potlačit, ale nikoliv zničit. V tomto směru bylo již mnoho řečeno o odstraňování a ničení zdrojů nákazy; kdyby něco takového bylo prakticky možné, znamenalo by to úplné zničení virů. Rostlinu však

můžeme odstranit, teprve až se na ní projeví příznaky; ale už dlouhou dobu předtím mohla být rostlina nemocná a už dávno z ní mohla být nákaza přenesena na sousední rostliny. Neznáme také všechny hostitele určitého viru a podobně. Metoda odstraňování zdrojů nákazy je u některých plodin vhodná, u jiných zcela nevyhovuje. U brambor můžeme pečlivými negativními výběry udržet i zvýšit jakost sadby, zvláště v sadbových oblastech; avšak zcela nemožné je to v oblastech nesadbových, kde dochází k infekci zvenčí, migrujícími jedinci mšic, o nichž předpokládáme, že se v sadbových oblastech vyskytují málo a jejichž pohyb je tam omezován nepříznivými klimatickými vlivy.

Z praxe je známo, že dobře živené a správně ošetřované porosty jsou virovými chorobami méně napadány nebo aspoň poškození na nich není tak zřetelné jako u porostů oslabených špatnou výživou nebo špatnou agrotechnikou, po případě nepřízní počasí. Tím, že dobrou výživou a včasným setím nebo sázením urychlíme vývoj rostlin, můžeme v některých případech omezit výskyt virových chorob; i když jsou pak takové porosty napadeny, nedojde již k velkému snížení výnosů. Např. včasně setá cukrovka je méně napadána virovou žloutenkou než cukrovka setá později (Watson 1942). Souvisí to asi s mechanickou odolností pletiv k napadení mšicemi. Časněji setá cukrovka je v době hlavní migrace mšic již odrostlá a tolik mšicím nechutná jako cukrovka setá později, která je mladší a chutnější (listy mají větší obsah bílkovin). Posunutím doby setí nebo sázení do doby, kdy už je migrace mšic nepatrná, by také mělo význam u virových chorob přenosných hmyzem, ovšem jen za předpokladu, že by se tím nesnižovaly výnosy (Kvíčala 1948d).

V této souvislosti se lze také zmínit o příznivém účinku letní výsadby brambor na výskyt virových chorob, bylo-li ovšem použito zdravé sadby (Macek 1951a); jinak z nakažených hlíz vyrostou opět nemocné trsy i při letní výsadbě, kterou se hlízy z nákazy nevyléčí. Letní výsadbou až v období, kdy je skončena hlavní migrace mšic, značně omezíme možnost přenosu virů zvenčí do porostů letní výsadby. Tak lze také nahlížet na příznivý vliv letněné sadby, který se zvlášť dobře mohl projevit v podmínkách Sovětského svazu. U nás ovšem letní výsadba selhala pro jiné nepříznivé vlivy.

Pro šlechtitelskou a množitelskou bramborářskou praxi se lze zmínit i o jiné metodě, která také zapadá do rámce této stati. Je to předčasné vytrhání natě u brambor, dříve než virová nákaza přejde z trsů do hlíz. Má to velký význam v porostech, kde byly pečlivě prováděny negativní výběry a odstraněny všechny zdroje primární nákazy. Tímto zákrokem se dá vyloučit pozdní nákaza, která se třebas na nati už do sklizně neprojeví. Když všechnu nať bez rozdílu vytrháme, není ani možnost, aby nákaza z natě přešla do hlíz. Proč je vytrhání lepší než požínání natě, je nasnadě: ručním vytrháním se práce provede daleko pečlivěji než kosou nebo žacím strojem. Po požnutí zůstanou kromě toho trčet pahýly natě s částmi listů, na které se slétají nebo slézají mšice, a může tak dojít k větší infekci. K zničení natě lze použít též strojů — rozbíječů natě nebo chemických přípravků, např. dinitroorthokresolu apod.

Literatura

Adams J. B.: Aphid resistance in potatoes. Amer. Potato J.: 23: 1—22, 1946.

Ainsworth G. C.: An investigation of tomato virus diseases of the mosaic stripe group. Ann. Appl. Biol. 20: 421—428, 1933.

Ainsworth G. C., Berkeley G. H., Caldwell J.: A comparison of English and Canadian tomato virus diseases. Ann. Appl. Biol. 21: 566—580, 1934.

Ainsworth G. C., Ogilvie L.: Lettuce mosaic. Ann. Appl. Biol. 26: 279—297, 1939.

Allard H. A.: Further studies of the mosaic disease of tobacco. J. Agric. Res. 10: 615—632, 1917.

Arnold A.: Ein neues Reagenz auf Kallose. Naturwissenschaften. 43: 233—234, 1956.

Artschwager E. F.: Occurrence and significance of phloem necrosis in the Irish potato. J. Agric. Res. 24: 237—245, 1923.

Attanasoff D.: Mosaic of stone fruits. Phytopath. Z. 8: 259—283, 1935.

Baerecke M. L.: Die Nachweise der Blattrollinfection bei Kartoffeln durch ein neues Färbeverfahren. Züchter. 25: 309—313, 1955.

Baerecke M. L.: Ergebnisse der Resistenzzüchtung gegen das Blattrollvirus der Kartoffel. I. Mitteilung. Z. PflKrankh. 36: 395—412, 1956.

Baker F. F., Thomas E. H.: The effect of temperature on symptom expression of a rose mosaic. Phytopathology. 32: 321—326, 1942.

Balashev N. N.: Viruskrankheiten in Kartoffelanbau in Uzbekistan. Dokl. vsesojuz. Akad. sel.-choz. Nauk Lenina. 6: 22—26, 1941.

Bald J. G.: The use of numbers of infection for comparing the concentration of plant virus suspensions. I. Dilution experiments with purifield suspensions, Ann. Appl. Biol. 24: 33—37, 1937a.

Bald J. G.: The use of numbers of lesions for comparing the concentrations of plant virus suspensions. IV. Modification of the simple dillution equation. Austr. J. Exp. Biol: Med. Sci. 15: 211—217, 1937b.

Bald J. G.: Potato virus X. Effectiveness of acquired immunity in older and younger leaves. Austral. J. Sci. Res. Counc. Industry. 21: 247—253, 1948c.

Bald J. G.: The studies of plastids and other cytoplasmic bodies in fixed preparations of epidermal strips. Austral. J. Sci. Res. Ser. B. 1: 452—457, 1948a (Ref. Rev. Appl. Mycol. 29: 77—78, 1950).

Bald J. G.: The development of amoeboid inclusion bodies of tobacco mosaic. Austral. J. Sci. Res. Ser. B. 1: 458—463, 1948b (Ref. Rev. Appl. Mycol. 29: 78, 1950). Appl. Mycol. 29: 77—78, 1950b).

Bald J. G., Samuel G.: Investigations on spotted wilt of tomatoes II. Austral. J. Sci. Res. Bull. 54: 2—12, 1931.

Bartels R.: Serologische Untersuchungen über das Verhalten des Kartoffel-A-Virus in Tabakpflanzen. Phytopath. Z. 21: 395—406, 1954a.

Bartels R.: Über Feldversuche zur Übertragung des Kartoffel-X-Virus auf unterirdischen Wege. Mitt. Biol. Reichsanst. 80: 141—144, 1954b.

Bartels R.: Der serologische Nachweis des X-Virus in Lichtkeimen der Kartoffel. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart. 7: 43—44, 1955.

Bartels R.: Untersuchungen über die Ausbreitung des Kartoffel-X-Virus im Feldbestand. Phytopath. Zeits. 26, s. 443—448, 1956.

Baudyš E.: Fytopatologické poznámky V. Ochrana rostlin. 9: 108—128, 1929a.

Baudyš E.: Hospodářská fytopatologie díl I. Brno, 1929b.

Baur E.: Zur Aetiologie der infektiösen Panaschierung. Ber. dtsch. bot. Ges. 22: 453 až 460, 1904.

Bauer E.: Über die infektiöse chlorose der Malvaceen. Sitz. Ber. Preuss. Akad. Wiss. Kl. I. Abt. 1, 1906.

Bawden F. C.: A study on the histological changes resulting from certain virus infections of the potato. Proc. roy. soc. London, ser. B. 111: 74—85, 1932 (ref. Rev. Appl. Mycol. 11: 741—742, 1932).

Bawden F. C.: Studies on a virus causing foliar necrosis of the potato. Proc. roy. soc. London Ser. B. 116: 375—395, 1934.

Bawden F. C.: Report Plant Pathol. Dept. Rothamsted Exp. Sta. Harpenden 1948: 51—56, 1949.

Bawden F. C.: Plant viruses and virus diseases. Waltham 1950.

Bawden F. C.: Report Plant Pathol. Dept. Rothamsted Exp. Sta. Harpenden. 1952: 79—92, 1953.

Bawden F. C.: Some effects of thiouracil on virus infected plants. J. gen. Microbiol. 10: 160—173, 1954.
Bawden F. C., Kassanis B.: The suppression of one virus by another. Ann. Appl. Biol. 32: 52—57, 1945.
Bawden F. C., Kassanis B.: Primula obconica, a carrier of tobacco necrosis viruses. Ann. Appl. Biol. 34: 127—135, 1947a.
Bawden F. C., Kassanis B.: The behaviour of some naturally occurring strains of Potato virus Y. Ann. Appl. Biol. 34: 503—516, 1947b.
Bawden F. C., Kassanis B.: Some effects of host nutrition on the susceptibility of plants to infection by certain viruses. Ann. Appl. Biol. 37: 46—53, 1950a.
Bawden F. C., Kassanis B.: Some effects of host plant nutrition on the multiplication of viruses. Ann. Appl. Biol. 37: 215—228, 1950b.
Bawden F. C., Kassanis B.: Serologically related strains of potato virus Y that are not mutually antagonistic in plants. Ann. Appl. Biol. 38: 402—410, 1951.
Bawden F. C., Kassins B. a *Nixon H. L.* (1950): The mechanical transmission and some properties of potato paracrinkle virus. J. Gen. Microbiol. 4: 210—219, 1950.
Bawden F. C., Kleczkowski A.: Some properties of complexes formed when antigens are heated in the presence of serologically inspecific proteins. Brit. J. Exp. Path. 22: 208—219, 1941.
Bawden F. C. a *Pirie N. W.:* Experiments on the chemical behaviour of potato virus X. Brit. J. Exp. Path. 17: 64—76, 1936.
Bawden F. C. a *Pirie N. W.:* The isolation and some properties of liquid crystalline substances from Solanaceous plants with three strains of tobacco mosaic virus. Proc. roy. soc. London Ser. B. 123: 274—286, 1937.
Bawden F. C., Pirie N. W.: Liquid crystalline preparations of potato virus X. Brit. J. Exp. Path. 19: 66—82, 1938a.
Bawden F. C., Pirie N. W.: Crystalline preparations of tomato bushy stunt virus. Brit. J. Exp. Path. 20: 322—334, 1938b.
Bawden F. C., Pirie N. W.: The purification of insect transmitted plant viruses. Brit. J. Exp. Path. 20: 321—331, 1939.
Bawden F. C., Pirie N. W.: A preliminary description of preparation of some of the viruses causing tobacco necrosis. Brit. J. Exp. Path. 23: 314—324, 1942.
Bawden F. C., Pirie N. W.: The liberation of virus together with materials that inhibit its precipitation with antiserum from the solid leaf residues of tomato plants suffering from bushy stunt. Brit. J. Exp. Path. 25: 68—79, 1944.
Bawden F. C., Pirie N. W.: The separation and properties of tobacco mosaic virus in different states of aggregation. Brit. J. Exp. Path. 26: 294—302, 1945.
Bawden F. C., Pirie N. W.: The virus content of plants suffering from tobacco mosaic. Brit. J. Exp. Path. 27: 81—107, 1946.
Bawden F. C., Pirie N. W.: Physiology of virus diseases. Annu. Rev. Plant Physiol. 3: 171—188, 1952.
Bawden F. C., Pirie N. W.: The activity of fragmented and reasembled tobacco mosaic virus. J. gen. Microbiol. 17: 80—95, 1957a.
Bawden F. C., Pirie N. W.: A virus inactivating system from tobacco leaves. J. general. Microbiol. 16: 696—710, 1957b.
Bawden F. C., Pirie N. W., Spooner E. T. C.: The production of antisera with suspensions potato virus X, inactivated by nitrous acid. Brit. J. Exp. Pathol. 17: 204 až 207, 1936.
Bawden F. C., Roberts F. M.: The influence of light intensity on the susceptibility of plants to certain viruses. Ann. Appl. Biol. 34: 286—298, 1947.
Bawden F. C., Roberts F. M.: Photosynthesis and predisposition of plants to infection with certain viruses. Ann. Appl. Biol. 35: 418—428, 1948.
Bawden F. C., Sheffield F. L. M.: The relationship of some viruses causing necrotic diseases of potato. Ann. Appl. Biol. 31: 33—40, 1944.
Bednár J.: Fermentacia stolburových tabákov. Sborník Konference o stolburu, SAV 219—222, 1958.
Beijerinck M. W.: Über ein Contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabakblätter. Verh. Akad. Wet. Amst. Sec. 2, Deel 6: 1—22, 1898.
Beemster A. B. R., Want van der J. P. H.: Serological investigations on the Phaseolus virus 1 a 2. Loewenhoek ned. Tijdschr. 17: 285—296, 1951.
Benc S., Švorc J.: Virové choroby cukrovky. I. Príspevek k častečnému fysiologickému rozšíření morfologických příznaků mosaiky. Sborník ČSAZV ř. B 27: 107—138, 1954.

Benda G. T. A.: Some effects of ultraviolet radiation on leaves of french bean (*Ph. vulgaris* L.) Ann. Appl. Biol. 43: 71—85, 1955.
Bennett C. W.: Plant tissue relation of the sugar-beet curly top virus. J. Agric. Res. 48: 665—701, 1934.
Bennett C. W.: Studies on properties of the curly top virus. J. Agric. Res. 50: 211 až 241, 1935.
Bennett C. W.: Acquisition and transmission of viruses by dodder (*Cuscuta subinclusa*). Phytopathology 30: 2, 1940.
Bennett C. W.: Studies of dodder transmission of plant viruses. Phytopathology 34: 905—932, 1944a.
Bennett C .W.: Latent virus of dodder and its effect on sugar beet and other plants. Phytopathology 34: 77—91, 1944b.
Bennett C. W., Wallace H. E.: Relation of the curly top virus to the vector *Eutettix tenellus.* J. Agric. Res. 56: 31—51, 1938.
Bennett C. W.: Longevity of curly top virus in dried tissue of sugar beet. Phyto-Zentralanst. Berlin 70: 61—64, 1951b.
Bercks R.: Weitere Untersuchungen zur Frage der Alterresistenz der Kartoffelpflanzen gegen das X-Virus. Phytopathol. Z. 18: 249—269, 1951.
Bercks R.: Vergleichende Untersuchungen über den X-Virus Befall an Laub und Knollen einer Kartoffelsorte nach Primärinfection. NachrBl. dtsch. PflSchDienst Stuttgart, 5: 37—38, 1953a.
Bercks R.: Über die Möglichkeit einer Virulenzänderung des Kartoffel-X-Virus. Phytopathol. Z. 20: 113—120, 1953b.
Bercks R.: Über den serologischen Nachveis des Kartoffel-X-Virus. NachrBl. dtsch. PflSchDienst 8: 40—41, 1956b.
Bercks R.: Infectionsversuche mit dem X-Virus an Kartoffelpflanzen Mitt. biol. Z. 25: 225—242, 1956a.
Bercks R., Zimmer K.: Untersuchungen über die viröse Rübenvergilbung. Phytopath. pathology 32: 826, 1942.
Bercks R., Zimmer K.: Über den serologischen Nachweis der virösen Rübenvergilbung und den Virusgehalt kranker Rüben. Pkytopath. Z. 26: 323—330, 1956.
Bernal J. O., Fankuchen I.: X ray and crystallographic studies of plant virus preparation I, II, III. J. gen. Physiol. 25: 111—165, 1941.
Best R. J.: Studies on a fluorescent substance present in plants. Austral. J. ex p. Biol. med. Sci. 14: 1099—1103, 1936.
Best R. J.: Studies on a fluorescent substance present in plants II. Isolation of the substance in a pure state and its identification as 6-methoxy-1-hydroxy 1=2 benzopyrone. Austral. J. exp. Biol. med. Sci. 22: 251—257, 1944.
Best R. J.: The distribution of scopoletin in tobacco plants and some hypothesis on its part in metabolism. Austral. J. Exp. Biol. med. Sci. 26: 223—241, 1948.
Bhargava K. S.: Some properties of four strains on cucumber mosaic virus. Ann. Appl. Biol. 38: 377—388, 1951.
Birkeland J. M.: Photodynamic action of methylenblue on plant viruses Science N. S. 80: 357—358, 1934.
Björling K.: Virusgulsot hos betor. Synkdomsbild och inverkan pa den svenska sockerbetskörden. Socker Handlingar 5: 119—140, 1949.
Black L. M.: Properties of the potato yellow dwarf virus. Phytopathology 28: 863 až 869, 1938.
Black L. M.: Inhibition of virus infectivity by insect juices. Phytopathology 29: 321 až 337, 1939.
Black L. M.: The relationship between viruses of potato calico and alfalfa mosaic. Phytopathology 30: 444—447, 1940a.
Black L. M.: Strains of potato yellow-dwarf virus. Amer. J. Bot. 26: 386—392, 1940b.
Black L. M.: Mechanical transmission of aster yellows virus to leaf-hoppers. Phytopathology 30: 2—3, 1940c.
Black L. M.: A partial purification of potato yellow-dwarf virus. Phytopathology 31: 3, 1941a.
Black L. M.: Hereditary variation in the ability of the clover leaf-hopper to transmitt potato yellow dwarf virus. Phytopathology 31: 3, 1941b.
Black L. M.: Further evidence for multiplication of the astery ellows virus in the aster leaf-hopper. Phytopathology 31: 120—135, 1941c.
Black L. M.: Some properties of aster yellows virus. Phytopathology 33: 2, 1943.

Black L. M.: Some virus transmitted by Agallian leaf hoppers. Proc. Amer. phil. soc. 83: 132—144, 1944.
Black L. M.: A virus tumor disease of plants. Amer. J. Bot. 32: 408—415, 1945.
Black L. M.: A plant virus that multiplies in its insect vector, Nature 166: 852 až 853, 1950.
Black L. M.: Plant virus tumors. Ann. N. Y. Acad. Sci. 54: 1067—1075, 1952.
Black L. M., Brakke M. K.: Multiplication of wound-tumor virus in an insect vector. Phytopathology 42: 269—273, 1952.
Blattný C.: O metodách studia virusových chorob chmele. Ochrana rostlin 8: 51 až 56, 1928.
Blattný C.: Pokus s pasáží viru bramborů. Ochrana rostlin 10: 65—70, 1930a.
Blattný C.: Poznámky o virových a příbuzných chorobách rostlin. Ochrana rostlin 10: 130—138, 1930b.
Blattný C.: Mosaika celeru. Ochrana rostlin 13: 145, 1933.
Blattný C.: Pokus o vymezení oblastí ČSR podle vhodnosti pro pěstování bramborové sádě. Sborník ČAZ. 12: 683—688, 1937.
Blattný C.: Poznámky o méně známých virových chorobách. Ochrana rostlin 14: 86—87, 1938.
Blattný C.: Bezsemennost čili stolbur — nebezpečná virosa tabáku. Průmysl potravin 3: 527—542, 1952.
Blattný C.: Alke — kmen viru obyčejné tabákové mosaiky. Sborník práce o tabáku, SAV, 231—263, 1955a.
Blattný C.: Otázka přenosu virových chorob rostlin neklasickými vektory. Roč. Čs. spol. entomol. 52: 93—98, 1955b.
Blattný C.: Základní otázky stolburu. Sborník konference o stolburu, SAV, 37—54, 1958.
Blattný C.: Poznámky k virose smrku. Sborník ČSAZV — Lesnictví 3: 115—117, 1956a.
Blattný C.: Poznámky k interferenci kmenů viru mosaiky tabáku. Čs. biologie 5: 344—352, 1956b.
Blattný C., Brčák J.: Quelques résultats des recherches sur le maladie a virus nomée stolbur dans la Tchécoslovaquie. Meded. Landb. Hoogesch. Gent 21: 581—590, 1956.
Blattný C., Limberk J.: Implantace úlomků pletiv jako způsob pro přenos stolburu, Preslia 28: 413—414, 1956.
Blattný C., Majerník J.: Z viros podezřelé příznaky na révě vinné. Vinařství 50: 67—68, 1957.
Blattný C., Neuwirth F., Ryžkov V.: Zdravá řepa — výnosová řepa, Praha 1949.
Blattný C., Osvald V.: Předběžný přehled viros chmele a boj proti nim. Ochrana rostlin 22: 5—28, 1949.
Blattný C., Osvald V.: Příspěvek k poznání viros chmele. Ochrana rostlin 23: 185—195, 1950a.
Blattný C., Osvald V.: Jen zdravý a jakostní chmel, Praha 1950b.
Blattný C., Osvald V.: Přenos viros chmele (Humulus lupulus L.) na potomstvo semenem. Preslia 26: 1—26, 1954.
Blattný C., Pilát A.: Možnost existence viros u vyšších hub. Česká mykologie 11: 205—210, 1957.
Blattný C., Vukolov V.: Mosaik bei *Epiphyllum truncatum,* Gartenbauwissenschaft 6: 425, 1932.
Blattný C. ml.: Šetření o přirozených ohniscích viros řep V. Listy cukrovarnické 72: 77—80, 1956.
Bode O.: Beitrag zum frühzeitigen Nachweis der Blattrollkrankheit der Kartoffel durch Anfärbung des Phloems. Festschrift Otto Appel, Biol. Zentralanst. 34 až 36, 1947.
Bode O.: Untersuchungen zur Therapie blattrollkranker Kartoffelknollen durch Wärmebehandlung. Ber. Biol. Bundesanst. 18—19, 1950.
Bohutinský G.: Beiträge zur Erforschung der Blattrollkrankheit. Z. landwirtsch. VersWes. Österr. 607, 1910.
Bojňanský V.: Poznámky z medzinárodnej exkurzie ochrany rastlín v Bulharsku. Pôdohospodárstvo 1: 120—124, 1954.
Bojňanský V., Blattný C.: Stolbur na zemiakoch a jeho význam pre prax. Za vysokou úrodu 3: 63—64, 1953a.
Bojňanský V., Blattný C.: Virozne žĺtenky a bezsemnosti vo svetle sovietskych a našich výskumov. Biológia 8: 538—560, 1953b.

Bojňanský V., Králiková K.: Rozšírenie stolburu a Hyalestes obsoletus Sign. na Slovensku so zvláštnym zretelom na jeho prirodzená ohniska, škodlivost a možnosti boja proti nemu. Podohospodárstvo 2: 326—346, 1955.
Bošjan G. M.: O prirode virusov a mikrobov, Moskva 1950.
Botjes Oortwijn J. G.: Die bladrolziekte van de aardappelplant. Dissertace, Wageningen 1920.
Böning K.: Die Mosaikkrankheit der Rübe. Forsch. Pflkr., Berl. 3: 81—128, 1927.
Bradley R. H. E.: Studies on the Aphid transmission of a strain of Henbane mosaic virus. Ann. Appl. Biol. 39: 78—97, 1952.
Brandenburg E.: Über Mosaikkrankheiten an Compositen. Forsch. PflKr., 5: 39 až 72, 1928.
Brčák J.: Nový přenašeč stolburu (bezsemennosti) rajčete a tabáku — křísek *Aphrodes bicinctus* Schrk. Zool. a Entomol. L. 3: 231—237, 1954.
Brčák J.: K poznání kontaminativního přenosu viru mosaiky tabáku. Sborník Čs. spol. entomol. 52: 107—112, 1955.
Brčák J.: Änderung der Infektiosität des Tabakmosaik-Virus während der Passage durch den Darm von *Barathra brassicae* L. Phytopathol. Z. 30: 415—428, 1957a.
Brčák J.: K problému efektivity přenosu rostlinných virů hmyzem. Disert. práce kand. biol. věd. Biol. ústav ČSAV, Praha 1957b.
Brčák J., Polák Z., Pintera A.: Inhibiční vliv šťávy *Phytolacca americana* a *P. acinosa* na infekci virem tabákové mosaiky a virem mosaiky řepy. Čs. biologie 6: 386 až 392, 1957.
Brierley P., Smith F. F.: Symptoms of Chrysanthemum flower distortion, dodder transmission of the virus and heat cure of infected plants. Phytopathology 47: 448—450, 1957.
Broadbent B.: Lettuce mosaic in the field. J. Minist. Agric. London 57: 578—581, 1951.
Caldwell J.: The control of virus diseases of the tomato. J. Minist. Agric. 41: 743 až 749, 1934.
Caldwell J.: On the interaction of two strains of a plant virus; experiments on induced immunity in plants. Proc. Roy. Soc. London Ser. B 117: 120—139, 1935.
Carsner E.: Attenuation of the virus of sugar-beet curly top. Phytopathology 15: 745—757, 1925a.
Carter W.: Peregrinus maidis Ashm. and the transmission of corn mosaic. I. Incubation period and longevity of the virus in the insect. Ann. ent. soc. Amer. 34: 551—556, 1941.
Cation D.: Peach mosaic. Phytopathology 24: 1380—1381, 1934.
Cation D.: Transmission of cherry yellows virus complex through seeds. Phytopathology 39: 37—40, 1949.
Cation D.: Further studies on transmission of ringspot and cherry yellows viruses through seeds. Phytopathology 42: 4, 1952.
Clinch P. E. M., Loughnane J. B.: Seed transmission of virus yellows of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and the existence of this virus in Eire. Sci Proc. R. Dublin Soc. N. S. 24: 307—318, 1948 (ref. Rev. Appl. Mycol. 28: 264, 1948).
Clinch P., Loughnane J. B., Murphy P. A.: A study of the aucuba or yellow. Proc. Roy Soc. Dublin 21: 431—435, 1936.
Cockerham G.: Potato breeding for virus resistance. Ann. Appl. Biol. 30: 105—106, 1943a.
Cockerham G.: The reaction of potato varieties to virus X, A, B and C. Ann. Appl. Biol. 30: 338—344, 1943b.
Cockerham G.: Some genetical aspects of resistance to potato viruses. Ann. Appl. Biol. 32: 280—281, 1945.
Cockerham G.: Breeding for resistance to potato viruses. Proc. Conf. Potato virus diseases, Wageningen-Lisse, 1951, 37—83, 1952
Cochran L. C.: Limitations in the control of the virus diseases of peach trough plant breeding. Phytopathology 32: 827—828, 1942b.
Cochran L. C., La Rue J.: Interaction of some forms of the peach-mosaic virus. Phytopathology 36: 396, 1946.
Commoner B., Mercer F.: Inhibition of the biosynthesis of tobacco mosaic virus by thiouracil. Nature 168: 113, 1951.
Conover R. A.: Studies of two viruses causing mosaic diseases of soyabean. Phytopathology 38: 724—735, 1948.
Coons G. H.: Sugar beet yellows in USA. Phytopathology 42: 341, 1952.

Coons G. H.: Disease resistance breeding of sugar beets. Phytopathology 43: 297 až 303, 1953.
Costa A. S.: Multiplication of viruses by dodder *Cuscuta campestris.* Phytopathology 34: 151—162, 1944.
Čech M., Pozděna J.: Příspěvek k možnosti mechanického přenosu kadeřavosti a nakažlivé neplodnosti chmele. Sborník ČSAZV Rostl. výr. 3: 849—854, 1957.
Dafert F. W.: Bericht über staatliche Massnahmen anlässlich des Auftretens und der Verbreitung der Blattrollkrankheit der Kartoffel in den Jahren 1908 bis 1910. Z. Landwirtsch. VerWes.: 1—49, 1911.
Davies W. M.: Studies on Aphides infesting the potato crop. III. Effect of variation in relative humidity on the flight of *M. persicae* Sulz. Anm. Appl. Biol. 22: 106—115, 1935.
Delong D. M., Severin H. H. P.: Characters, distribution and food plants of newly discovered vectors of California aster-yellows virus. Hilgardia 17: 527—538, 1947.
Delong D. M., Severin H. H. P.: Characters, distribution and food plants of leafhopper species in Thamnotettix group. Hilgardia 18: 185—199, 1948.
Delong D. M., Severin H. H. P.: Characters, distribution and food plants of leafhopper vectors of virus causing Pierce's disease of grapevines. Hilgardia 19: 171—186, 1949.
Delong D. M., Severin H. H. P.: Spittle-insect vectors of Pierce's diesease virus — I. Characters, distribution and food plants. Hilgardia 19: 339—356, 1950.
Doncaster J. P., Kassanis B.: The shallot aphis *Myzus ascalonicus* and its behaviour as a vector of plant viruses. Ann. Appl. Biol. 33: 66—68, 1946.
Doncaster J. P., Gregory P. H.: The spread of virus diseases in the potato crop. London 1948.
Drachovská - Šimanová M.: Škodlivost virových chorob vyskytujících se na cukrovce v ČSR. Ochrana rostlin 23: 32—35, 1950.
Drachovská-Šimandlová M.: Virové choroby cukrové řepy. Preslia 24, 113—187, 1952.
Drachovská-Šimandlová M.: Přehled škod způsobených škodlivými činiteli na cukrovce v r. 1950. Listy cukrov. 69: 212—218, 1953a.
Drachovská-Šimanová M.: Návrh na ozdravění cukrovky napadené virovými chorobami. Listy cukrov. 69: 149—151, 1953b.
Drachovská - Šimanová M.: Negativní výběry řepných sazeček a semenaček. Sborník ČSAZV, řada B 27: 139—150, 1954.
Drachovská - Šimanová M.: Řepné virosy a jejich přenašeči, Praha 1955.
Drachovská - Šimanová M., Blattný C. ml.: Zpráva o pokusech s hubením mšice makové *Aphis (Doralis) fabae* Scop. Zoolog. Listy 4: 294—298, 1953.
Drake C. J., Harris H. M., Tate F. D.: Insects as vector of yellow dwarf of onion, Science N. S. 75: 341—342, 1932.
Dufrenoy J., Dufrenoy M. L.: Cytology of plant tissues affected by viroses. Phytopathology 24: 894—900, 1934.
Dunin M. S., Popova M. K.: Kapalnyj metod analysa virusov v rastenijevodstve, Moskva 1937.
Dunin M. S.: Virusnoje bolezni rastenij, Moskva 1939.
Dunin M. S.: Immunogenez i jego praktičeskoje ispolzovanije, Moskva 1945.
Dvorak M.: The effect of mosaic on the globulin of potato. J. Infec. Dis. 41: 215 až 221, 1927.
Dykyj - Sajfertová D.: Uměle vybavené rostlinné abnormity a jejich příbuznost s virosami. Preslia 25: 157—182, 1952.
Eicke R., Bode O.: Zur Betrachtung von Virussymptomen in ultravioletten Licht. Arch. Ges. Virusforsch. 3: 18—35, 1947.
Elford W. J.: A new series of graded collodion membranes suitable for general bacteriological use, especially in filterable virus studies. J. Path. Bact. 34: 505 až 521, 1931.
Elze D. L.: The relation between insects and virus as shown in potato leaf roll and a classification of virose based on this relation. Phytopathology 21: 675—685, 1931.
Essau K.: Pathological changes in the anatomy of leaves of the sugar beet — *Beta vulgaris* L. affected by curly top. Phytopathology 23: 679—712, 1933.
Essau K.: Anatomical and cytological studies on beet mosaic. J. Agric. Res. 69: 95 až 117, 1944.
Essau K.: Phloem structure in the grappevine and its seasonal changes Hilgardia 18: 217—296, 1948.

Fajardo T. G.: Studies on the properties of the bean mosaic virus. Phytopathology 20: 883—888, 1930a.
Fajardo T. G.: Studies on the mosaic diseases of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Phytopathology 20: 469—494, 1930b.
Fawcett H. S.: Virus nomenclature. Chronica Botanica 7: 7—8, 1942.
Folsom D.: Leaf-roll net necrosis and stem-end browning of potato tubers in relation to temperature and certain other factors. Phytopathology 36: 1016—1034, 1946.
Folsom D., Rich A. E.: Potato tuber net necrosis and stem-end browning studies in Maine. Phytopathology 30: 313—322, 1940.
Folsom D., Schulz E. S.: The importance and natural spread of potato degeneration diseases. Maine Exp. Sta Bull. 316, 1924.
Frandsen N. O.: Das Nomenclaturproblem der phytopathogenen Viren. Z. Pflkrankh. 61: 61—125, 1954.
Freitag J. H.: Negative evidence on multiplication of curly-top virus in the beet leafhopper *Eutettix tenellus.* Hilgardia 10: 305—342, 1936.
Fukushi T.: Transmission of the virus through the eggs of an insect vector. Proc. Imp. Acad. Japan. 9: 456—460, 1933 (ref. Rev. Appl. Mycol. 15: 358, 1935).
Gardner M. V., Kendrick J. B.: Soybean mosaic. J. Agric. Res. 22: 111—114, 1921.
Gendron J., Limasset P.: Titrages sérologiques du virus de la jaunisse de la betterave (*Corium betae* Holmes) dans les organes aeriens de betteraves industrielles et de porte-graines infectées. C. R. Acad. Sci. Fr. 231: 792—793, 1950.
Giddings N. J.: Curly-top virus strains. Phytopathology 30: 786—793, 1940.
Giddings N. J.: Strain combination of curly top virus. Phytopathology 31: 8—14, 1941a.
Giddings N. J.: Curly-top resistance of sugar-beet plants as influenced by age. Phytopathology 31: 861—876, 1941b.
Giddings N. J.: Sugar beet varieties in relation of curly-top virus strains. Proc. Amer. Soc. Sugar-beet Techn. 405—407, 1946.
Goffart H.: Über das Zusammenwirken von Rübennematoden *(Heterodera schachtii)* und Vergilbungskrankheit (*Beta virus 4*). Meded. LandbHoogesch. Gent Deel 21: 351—360, 1956.
Goldstein B.: A cytological study of the leaves and growing points of healthy and mosaic diseased tobacco plants. Bull. Torrey. Bot. Club 53: 499—599, 1926. (Rev. Appl. Mycol. 6: 260—262, 1927.)
Gratia A.: Pluralité antigénique et identification sérologique des virus des plantes. C. R. Soc. Belge Biol. 114: 923 a 1382, 1933.
Gray R. A.: Combating plant virus disease with a new antiviral agent cytovirin. Plant Dis. Rep. 41: 576—578, 1957.
Grieve B. J.: Studies in the physiology of host parasite relations. Some effects of tomato spotted wilt on growth. Austral. J. Exp. Biol. 21: 89—101, 1943.
Grogan R. C., Bardin R.: Some aspects concerning seed transmission of lettuce mosaic virus. Phytopathology 40: 965—970, 1950.
Grogan R. C., Welch J. E., Bardin R.: The use of mosaic-free seed in controlling lettuce mosaic. Phytopathology 41: 939, 1951.
Grogan R. C., Welch J. E., Bardin R.: Common lettuce mosaic and its control by the use mosaic, free seed. Phytopathology 42: 573—578, 1952.
Hamann V.: Der Blattrollvirus test mit *Physsalis floridana* Ryds. unter Verwendung von Zusatzbeleuchtung. Züchter 26: 37—41, 1956.
Hamilton M. A.: Further experiments on the artificial feeding of *Myzodes persicae* Sulz. Anm. Appl. Biol. 22: 243—258, 1935.
Hansen H. P.: A review of the virus yellows of beets plants. 10. meeting Inst. Intern. Res. Betteraves, Brussel, 1947.
Harris R. V.: The strawberry yellow edge disease. J. pom. horticult. Sci. 11: 56—76, 1933.
Harrison A. L.: Transmission of bean mosaic. N. Y. Agric. Exp. Sta. Bull. 236, 1935.
Harrison A. L.: Studies on the effect of temperature on virus multiplication in inoculated leaves. Ann. Appl. Biol. 44: 215—226, 1956.
Hartzell A.: Incubation period of peach yellows in its insect vector. Contr. Boyce Thompson Inst. 8: 113—120, 1936.
Heiling A.: Der Einfluss der Vergilbungskrankheit auf den Ertrag der Rüben. Zucker 6: 27—33, 1953.
Heiling A., Steudel W.: Das Problem der virösen Rübenvergilbung in West Deutschland. Betteraviers Europeens Brussel 2, 1954.

Heilmann U.: Über den Nachweis von Blattrollvirus in Kartoffelknollen mit Hilfe eines Fluorescenzfarbenstoffes. NachrBl. deutsch. PflSchDienst., Stuttgart 7: 44—45, 1955.
Heinze K.: Die Überwinterung der grünen Pfirsichblattlaus *M. persicae* Sulz. und die Auswirkung der Überwinterungs quellen auf den Massenwechsel in Sommer. NachBl. deutsch. PflSchDienst. Berlin 2: 105—112, 1948.
Heinze K.: Die Überträger pflanzlicher Viruskrankheiten. Mitt. biol. Zentralanst. Berlin, 71, 1951.
Heinze K.: Die Schädlinge, Krankheiten und Schädigungen unserer Hackfrüchte, Berlin, 1953.
Heinze K., Köhler E.: Die Mosaikkrankheit der Sojabohne und ihre Übertragung durch Insekten. Phytopath. Z. 13: 207—242, 1940.
Henderson R. G.: Transmission of tobacco ring-spot by seed of Petunia. Phytopathology 21: 225—229, 1931.
Herčík F.: Problém bakteriofága, Praha 1953.
Hershey A. D., Melechen N. E.: Synthesis of Phage-Precursor nucleic acid in the presence of chloramphenicol. Virology 3: 207—236, 1957.
Hervert V.: Pokusy o diversaci teplem a vyprovokování virosních příznaků u fazolí. Preslia 26: 33—42, 1954.
Hewitt W. B., Houston B. R., Frazier N. W., Freitag J. H.: Leafhopper transmission of the virus causing Pierce's disease grappe and dwarf of alfalfa. Phytopathology 36: 117—128, 1946.
Hey A.: Zur Biologie der Kartoffel. XIV. Mitteilung. Die Diagnose des Abbaugrades von Kartoffelknollen durch elektrometrische Messung. Arb. biol. Reichsanst. Berlin 20, 1933.
Hildebrand E. M.: Mechanical transmission of sweet potato internal cork virus aided by cysteine. Phytopathology 46: 233—234, 1956.
Hildebrand E. M., Borthwick H. A.: Indicator plants for cork transmission dependent on photoperiod control. Phytopathology 46: 467, 1956.
Hildebrand E. M., Berkeley G. H., Cation D.: Handbook of virus diseases of stone fruits in North America, Michigan, 1942.
Hofferbert W., Putlitz G.: Neue Erkentnisse und Erfahrungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Nachrbl. deutsch. PflSchDienst. Stuttgart 7: 13—14, 1955.
Hofferbert W., Putlitz G.: Was wissen wir über Veränderung in Phloem viruskranker Pflanzen insbesondere blattrollkranker Kartoffeln? NachrBl. deutsch. PflSch-Dienst, Stuttgart 8: 20—22, 1956.
Hoggan I. A.: The peach Aphid (*M. persicae* Sulz.) as an agent in virus transmission. Phytopathology 19: 109—124, 1929.
Hoggan I. A.: Studie on Aphid transmission of viruses. J. Bacteriol. 19: 21—29, 1930.
Hoggan I. A.: Further studies on Aphid transmission of viruses. Phytopathology 21: 199—212, 1931.
Hoggan I. A.: Transmissibility by aphids of the tobacco mosaic virus from different hosts. J. Agric. Res. 49: 1135—1142, 1934.
Holmes F. O.: Handbook of phytopathogenic viruses. Minneapolis, 1939.
Holmes F. O.: Order Virales — The filterable viruses. Suppl. 2 — Bergey's manual of determinative bacteriology, 6. vyd. - London, 1948.
Hoof van H. A.: Verschillen in de overdracht van het bloemkoolmozaikvirus bij *M. persicae* Sulz. en *Brevicoryne brassicae* L. Tijdschr. PLZiekten 60: 267—272, 1954.
Hoof van H. A.: On the mechanism of transmission of some plant viruses. Proc. kon. akad. wett. Ser. C. 60: 314—317, 1957a.
Houston B. R., Essau K., Hewitt W. B.: The mode of vector feeding and the tissues involved in the transmission of Pierce's disease virus in grape and alfalfa. Phytopathology 37: 247—253, 1947.
Hughes A. W. M.: Aphides as vectors of „breaking in Tulips" I. Ann. Appl. Biol. 17: 36—41, 1930.
Humphries E. C., Kassanis B.: Effect of darkness on the constitution of tobacco leaves and susceptibility to virus infection. Ann. Appl. Biol. 43: 686—695, 1955.
Hunger F. W. T.: Untersuchungen und Betrachtungen über die Mosaikkrankheit der Tabakpflanze. Z. PflKrankh. 5: 112—121, 1905.
Chester K. S.: Specific quantitative neutralization of the viruses of tobacco mosaic, tobacco ring-spot, and cucumber mosaic by immune sera. Phytopathology 24: 1180—1202, 1934.

Chester K. S.: Serological evidence in the study of the relationship of certain plant viruses. Phytopathology 25: 686—692, 1935a.
Chester K. S.: A serological estimate of the absolute concentration of tobaco mosaic virus. Science N. S. 32: 17, 1935b.
Chester K. S.: Serological tests with Stanley's crystalline tobacco mosaic virus protein. Phytopathology 26: 715—721, 1936a.
Chester K. S.: Separation analysis of virus strains by means of precipitin tests. Phytopathology 26: 778—789, 1936b.
Chester K. S.: Liberation of neutralised virus and antibody from antiserum virus precipitates. Phytopathology 26: 949—954, 1936c.
Chester K.: A simple and rapid method for identifying plant viruses in the field. Phytopathology 27: 722—730, 1937a.
Chester K.: Serological studies of plant viruses. Phytopathology 27: 903—911, 1937b.
Ivančenko D.: Vplyv doby infekcije virusovou mozaikou na výnos a na chemicko-technologickú akosť cukrovky. Chemické zvesti 10: 396—402, 1956.
Ivanowski D.: Über die Mosaikkrankheit der Tabakpflanze. Bull. Acad. Imp. Sci, St. Petrsburg 35: 67—70, 1892.
Ivanowski D.: Über die Mosaikkrankheit der Tabakpflanze. Z. PflKrankh. 13: 1—14, 1903.
Jensen J. B.: Studies on representative strains of tobacco mosaic virus. Phytopathology 27: 69—77, 1937.
Jermolev E.: Určování virových chorob na bramborách pomocí tabákových rostlin. Ochrana rostlin 15: 40—42, 1939.
Jermolev E.: Stanovení rostlinných virů sérologickou reakcí vazby komplementu. Sborník ČSAZV - Rostl. výroba 25: 211—218, 1952.
Jermoljev E., Hruška J.: Serologische Methode zur Feststellung der Kartoffelvirus-krankheiten. Kartoffelbau 23: 209—213, 1939a.
Jermolev E., Hruška J.: Určování virových chorob u brambor metodou sérologickou. Bramb. a průmysl 3: 4, 1939b.
Jermolev E., Hruška L.: Sérologická metoda určování virových chorob u brambor. Praha, 1947. Sborn. výzk. úst. zeměd.
Jermoljev E., Laštovková H.: Serodiagnostika žloutenkového viru u řepy. Vědecké práce výzk. ústavu rostl. výroby Praha-Ruzyně I,: 149—158, 1956.
Jermolev E., Průša J.: Zdokonalení výroby a konservace antiser proti rostlinným virům. Sborník ČSAZV — Rostl. výr. 28: 951—958, 1955.
Jermoljev E., Průša J.: Diagnostika virové svinutky u brambor. Čs. biologie 6: 17—22, 1957.
Johnson F.: Transmission of plant viruses by dodder. Phytopathology 31: 649—656, 1941.
Johnson F.: The effect of chemical soil treatments on the development of wheat mosaic. Ohio J. Sci. 45: 125, 1945.
Johnson F., Jones L. K.: A report on a study of virus transmission by fungi and nodule bacteria of peas. Plant Disease Rep. 27: 656—657, 1943.
Johnson J.: The transmission of viruses from apparently healthy potatoes Wisconsin Agric. Exp. Sta Res. Bull. 63, 1925.
Johnson J.: The classification of plant viruses. Wisconsin Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 76, 1927.
Johnson J.: Factors relating to the control of ordinary tobacco mosaic J. Agric. Res. 54: 239—241, 1937.
Johnson J.: A virus complex in *Eryngium,* Phytopathology 36: 402, 1946.
Johnson J.: Virus attenuation and mutation. Phytopathology 37: 12—16, 1947.
Jones L. K.: Streak and mosaic of *Cineraria,* Phytopathology 34: 941—953, 1944.
Kabelík J.: Nauka o sérových protilátkách (Sérologie). Praha 1939.
Kahn R. P.: Seed transmission of the tomato ring-spot virus in the Lincoln variety of Soybean. Phytopathology 46: 295—297, 1956.
Kaho H.: Zur Physiologie der Kartoffel I. Ein Beitrag zur Diagnose abbankranker Kartoffel. Phytopathol. Z. 8: 157—164, 1935. II. Phytopathol. Z. 8: 323—335, 1935.
Kalmus H., Kassanis B.: Reduction by carbon dioxide of susceptibility of beans to tobacco necrosis viruses. Nature, London 154: 641, 1944.
Kalmus H., Kassanis B.: The use of abrasives in the transmission of plant viruses. Ann. Appl. Biol. 32: 230—234, 1945.

Kassanis B.: Intranuclear inclusions in virus infected plants. Ann. Appl. Biol. 26: 705—709, 1939.
Kassanis B.: Transmission of tobacco etch virus by aphides. Ann. Appl. Biol. 28: 238—243, 1941.
Kassanis B.: Transmission of potato virus Y by *Aphis rhamni* Boy. Ann. Appl. Biol. 30: 95—97, 1942.
Kassanis B.: Neutralisation of some plant viruses by rabbit sera. J. exp. Pathol. 24: 152—160, 1943.
Kassanis B.: Studies on dandelion yellow mosaic and other virus diseases of lettuce. Ann. Appl. Biol. 34: 412—421, 1947.
Kassanis B.: Potato tubers freed from leaf-roll virus by heat. Nature, London 164: 881, 1949a.
Kassanis B.: The transmission of sugar-beet yellows virus by mechanical inoculation. Ann. Appl. Biol. 36: 270—272, 1949b.
Kassanis B.: Heat inactivation of leaf-roll virus in potato tubers. Ann. Appl. Biol. 37: 339—341, 1950.
Kassanis B.: Some factor affecting the transmission of leaf-roll virus by aphids. Ann. Appl. Biol. 39: 157—167, 1952.
Kassanis B.: Heat therapy of virus infected plants. Ann. Appl. Biol. 41: 470—474, 1954.
Kassanis B.: Serological relationship between potato paracrinkle virus, potato virus S and carnation latent virus. J. gen. Microbiol. 15: 620—628, 1956.
Kennedy J. S.: Benefits to aphids from feeding on galled and virus infected leaves. Nature, London, 168: 885—926, 1951.
Kirkpatrick T. W.: Further studies on leaf-curl of cotton in the Sudan. Bull. ent. Res. 22: 323—363, 1931.
Kirkpatrick H. C., Lindner R. C.: Studies concerning chemotherapy of two plant viruses. Phytopathology 44: 529—533, 1954.
Kleczkowski A.: The formation of protein complexes in neutralised solutions of rabbit serum proteins. Brit. J. exp. Pathol. 22: 188—197, 1941a.
Kleczkowski A.: Quantitative studies on the serological reactions of some plant viruses and of pea nodule bacterium (Rhizobium leguminosarum) Brit. J. exp. Pathol. 22: 44—58, 1941b.
Kleczkowski A., Watson M. A.: Serological studies on sugar beet yellows virus. Ann. App. Biol. 31: 116—120, 1944.
Klinkowski M.: Zur Frage der Ertragsbeeinflussung und der Möglichkeit der „Bodeninfection" des X-Virus der Kartoffel. Mitt. biol. Reichsanst. Berlin 70: 50—61, 1951.
Kolcov N.: O prirode ultravirov. Biol. Ž. Mosk. 6: 229—232, 1937.
Kolesnikov P. A.: Biochimija a dychanije zelenych kletok. Univ. Diss. Moskva 1953.
Kozlowska A.: The changes caused by ammonium molybdenate and virus diseases of plants. Bull. Acad. Polon. Sci. BI. 109—165, 1947.
Kozlowska A.: Investigation of masked virus X in potatoes by complement fixation test. Bull. Acad. polon. Sci. B. IV. 65—84, 1950.
Kozlowska A.: Z zagadnień wpływu vysokich temperatur i wilgotności glęby na nasilenie wirusa W w tkance ziemniaka. Acta agrobotan. polon. 1: 11—32, 1953.
Köck G.: Unsere gegenwärtige Kenntnisse über die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Mschr. Landwirtsch. Wien, 1—10, 1909.
Köhler E.: Untersuchungen über die Viruskrankheiten der Kartoffeln III (Mosaikgruppe). Phytopathol. Z. 7: 1—10, 1934b.
Köhler E.: Über die Variabilität des Ringmosaikvirus-X virus der Kartoffel. Naturwissenschaften 23: 828—830, 1935a.
Köhler E.: Der Nachweis von Virusinfektionen am Kartoffelpflanzgut mit Stecklingsprobe. Züchter 7: 62—66, 1935b.
Köhler E.: Fortgeführte Untersuchungen mit verschiedenen Stämmen des X-virus der Kartoffel (Ringmosaikvirus) Phytopathol. Z. 10: 30—41, 1937.
Köhler E.: Über das Auftreten abweichender Varianten bei den Cs Stämmen des Kartoffel X-Virus. Arch. ges. Virusforsch. 1: 46—49, 1939a.
Köhler E.: Fortgeführte Untersuchungen über den Kartoffelabbau. Landwirtsch. Jb. 82: 379—408, 1939b.
Köhler E.: Über die Variabilität und Mutabilität pflanzenpathogener Virusarten, dargestellt am Kartoffel X-Virus und am Tabakmosaikvirus. BiolZbl. 61: 298 až 328, 1941a.

Köhler E.: Über die Resistenz-Eigenschaften von *Nicotiana glutinosa* gegenüber dem Tabakmosaikvirus. Z. PflKrankh. 51: 449—457, 1941b.
Köhler E.: Untersuchungen und Betrachtungen über Virusantagonismus im Pflanzenkörper. Angew. Bot. 25: 313—321, 1943.
Köhler E.: Untersuchungen zur Prämunitätsfrage I. Das Vordringen von Virus aus der Sprossachse in das praemune Blatt im Pfropfversuch. Phytopathol. Z. 17: 462—473, 1951.
Köhler E., Hauschield I.: Betrachtungen und Versuche zum Problem der erworbenen „Immunität" gegen Virusinfektion bei Pflanzen. Züchter 17/18: 42—97, 1947.
Köhler E., Klinkowski M.: Viruskrankheiten, Sorauer's Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd. 2, 6. vyd. Berlin, 1954.
Köhler E., Ross H.: Das Verhalten deutscher Kartoffelsorten gegenüber der verschiedenen Stämmen des X-Virus im Pfropfversuch. Züchter 21: 179—185, 1951.
Kružlin A. S.: Kak borotsja s uvjadanijem i stolburom rastenij. Sad i ogorod, 2: 63—67, 1953.
Kunkel L. O.: Studies on Aster yellows. Amer. J. Bot. 13: 646—705, 1926.
Kunkel L. O.: Insect transmission of peach-yellows. Contr. Boyce Thompson Inst. 5: 19—28, 1933.
Kunkel L. O.: Tobacco aucuba mosaic infection by single units of virus. Phytopathology 24: 13, 1934.
Kunkel L. O.: Heat treatment for the cure of yellow and rosette of peach. Phytopathology 25: 24, 1935.
Kunkel L. O.: Heat treatment for the cure of yellows and other virus diseases of peach. Phytopathology 26: 809—830, 1936a.
Kunkel L. O.: Immunological studies on the three peach diseases, yellows, rosette and little peach. Phytopathology 26: 201—219, 1936b.
Kunkel L. O.: Cure of aster yellows by heat treatment. Phytopathology 31: 14, 1941.
Kunkel L. O.: Virus diseases, Ithaca, 1943a.
Kunkel L. O.: Potato witches broom transmission by dodder and cure by heat. Proc. amer. Philosoph Soc. 86: 470—473, 1943b.
Kunkel L. O.: Studies on cranberry false-blossom. Phytopathology 35: 805, 1945.
Kunkel L. O.: Leafhopper transmission of corn stunt. Proc. nat. acad. Sci. Washington 32: 246—247, 1946.
Kvíčala B. A.: Selective power in virus transmission exhibited by an Aphid. Nature London 155: 174, 1945.
Kvíčala B. A.: Studies on the relationship between some Aphides and the sugarbeet mosaic. Sborník VŠZ Brno, C 38, 1947.
Kvíčala B. A.: Studie o složené povaze virové mosaiky květáku. Sborník VŠZ Brno C 40, 1948a.
Kvíčala B. A.: Některé vztahy mezi hmyzem a virovými chorobami rostlin. Entomologické listy 11: 125—133, 1948b.
Kvíčala B. A.: Virová mosaika zelí a vztah k mšicím, které ji přenášejí. Sborník ČSAZ 21: 32—42, 1948c.
Kvíčala B. A.: K otázce virové žloutenky řep. Sborník ČSAZ 22: 332—342, 1948d.
Kvíčala B. A.: The selective transmission of one plant virus from a complex of two non-persistent plant viruses by *M. ornatus* L. Laing. Proc. Intern. Congr. Microbiol. IV. 413—414, 1949a.
Kvíčala B. A.: Některé vztahy mezi virem mosaiky zelí a mšicí broskvoňovou (*M. persicae* Sulz.) pokusně zjišťované na tabáku. Sborník ČSAZV 22: 121 až 138, 1949b.
Kvíčala B. A.: Studie o virové nekrose růžičkové kapusty. Sborník ČSAZ 22: 586 až 600, 1949c.
Kvíčala B. A.: Vliv doby infekce virovou mosaikou na výnos řepy. Sborník ČSAZ v ser. A. 26: 533—548, 1953.
Kvíčala B. A.: Nová virová choroba čekanky. Sborník ČSAZV 29: 617—626, 1956.
Kvíčala B. A.: Vliv nákazy virovou mosaikou u sazečky cukrovky na výnos a jakost semene. Sborník ČSAZV 30: 75—86, 1957a.
Kvíčala B. A.: K otázce přenosu virové mosaiky salátu semenem. Sborník ČSAZV 30: 157—162, 1957b.
Kvíčala B. A.: K identifikaci virové mosaiky celeru u nás. Sborník ČSAZV 30: 576—588, 1957c.

Kvičala B. A., Rozsypal J.: Příspěvek ke kvantitativnímu a kvalitativnímu studiu populace mšic na bramborách v sadbových oblastech ve vztahu k virovým chorobám. Sborník ČSAZ 23: 87—103, 1950.
Kvičala B. A., Pfeiferová J.: Virové nekrosy v matečných vinicích. Vinařství 48: 124—138, 1955.
Lackey C. F.: Attenuation of curly top virus by resistant sugarbeets which are symptomless carriers. Phytopathology 19: 975—977, 1929.
Lackey C. F.: Restoration of virulence of attenuated curly top virus by passage through *Stellaria media*. J. Agric. Res. 44: 755—765, 1932.
Levshin A. M.: O nachoždenie elytrosom v listjech sacharnoj cvekli bolnoj mosaikoj. Sbor. Trud. Sach. Kyjev: 177—178, 1930.
Limasset P.: Diagnostic sérologique de la jaunisse. Publ. Inst. Better. Industr. 49, 1953.
Limasset P., Levieil F., Séchet M.: Influence d'une phytohormone de synthese sur le développement de virus X et Y de Pomme de terre chez le Tabac. C. R. Acad. Agric. Fr. 225: 1176—1178, 1947.
Loring H. S.: Properties of the latent mosaic virus protein. J. Biol. Chem. 126: 455—478, 1938.
Loughnane J. B., Murphy P. A.: Dissemination of potato viruses X and F by leaf contact. Proc. R. Dublin Acad. 22: 1—15, 1938.
Macek J.: Sadbové oblasti a letní výsadba brambor. Praha 1951a.
Macek J.: Negativní výběry v porostech sadbových brambor, Praha 1951b.
Maramorosch K.: The influence of temperature on the incubation of the wound-tumor virus in the insect *Agallia constricta*. Phytopathology 39, 14, 1949.
Maramorosch K.: Influence of temperature on incubation and transmission of the wound tumor virus. Phytopathology 40: 1071—1093, 1950.
Maramorosch K.: Mechanical transmission of corn stunt virus to an insect vector. Phytopathology 41: 833—838, 1951.
Maramorosch K.: Direct evidence for the multiplication of aster yellow virus in its insect vector. Phytopathology 42: 59—65, 1952.
Maramorosch K.: Mechanical transmission of curly top virus to its insect vector by needle inoculation. Virology 1: 286—300, 1955a.
Maramorosch K.: Mechanical transmission of clover club leaf virus to its insect vector. Bull. Torrey Bot. Club 82: 339—342, 1955b.
Maramorosch K.: Semiautomatic equipment for injecting insects with measured amounts of liquids containing viruses or substances. Phytopathology 46: 188—190, 1956.
Markham R.: The isolation of viruses by means of the eletricaly driven sharples super-centrifuge. Parasitology 35: 173—177, 1944.
Markham R., Smith K. M.: Studies on the virus of turnip yellow mosaic Parasitology 39: 330—342, 1949.
Martin J. P.: Field control of mosaic disease of sugar cane in Hawai. Proc. Congr. Intern. Sugar cane Soc. 27: 365—370, 1932.
Matsumoto T., Somazawa K.: Immunological studies of mosaic diseases I. Effect of formolization, trypsinization and heat inactivation on the antigenical properties of tobacco mosaic juice. J. Soc. tropic. Agric. 3: 24, 1931.
Matthews R. E. F.: Studie on potato virus X I. Types of changes in potato virus X infections. Appl. Biol. 36: 448—459, 1948a.
Matthews R. E. F.: Studie on potato virus X II. Criteria of relationship between strains. Ann. Appl. Biol. 36: 460—469, 1948b.
Matthews R. E. F.: Effect of some substituted purines on the development of plant virus infections. Nature Lond. 167: 892—893, 1951.
Matthews R. E. F.: Plant virus serology, Cambridge, 1957.
Mastenbroek C.: Enkele veedwarnemingen over virus ziekten van lupine en een onderzoek over haar mosaikziekte. Tijdschr. PlZiekte. 48: 98—118, 1942.
Mayer A.: Über die Mosaikkrankheit des Holländischen Tabaks. Landwirtsch. Versuchstationen 32: 450—467, 1886.
MacArthur A. W.: Potato virus S, Annual Report Scot. Soc. f. Res. in Plant Breeding 27—36, 1956.
MacFarlane A. S., Price W. C.: A now non-bolting curly top resistant sugar-beet variety US75. Proc. Amer. Soc. Sug. Beet Technol. 1952: 384—386. (Rev. Appl. Mycol. 32: 456, 1954.)
McFarlane A. S., Kekwick R. A.: Physical properties of bushy stunt virs protein. Biochem. J. 32: 1607—1611, 1938.

Mc Keen C. D.: A ringspot virus on greenhouse cucumbers in Ontario. Phytopathology 47: 23, 1957.
McKinney H. H.: Factors affecting the properties of a virus. Phytopathology 16: 753, 1926a.
McKinney H. H.: Virus mixtures that may not be detected in young tobaco plants. Phytopathology 16: 893, 1926b.
McKinney H. H.: Quantitative and purification methods in virus studies. J. Agric. Res. 35: 13—38, 1927.
Mc Kinney H. H.: Further studies in quantitative virological methods. Science N. S. 68: 380—382, 1928.
McKinney H. H.: Diferentiation of virus causing green and yellow mosaic of wheat. Science N. S. 73: 650—651, 1937.
McKinney H. H.: Reaction of resistant tobaccos of certain strain of *Nic. virus 1* and other viruses. Phytopathology 33: 551—568, 1943.
McKinney H. H.: Genera of the plant viruses. J. Acad. Sci. Washington 34: 139 až 154, 1944.
McKinney H. H.: Mosaics of winter oats, induced by soil borne viruses. Phytopathology 36: 359—369, 1946a.
McKinney H. H.: Soil factors in relation to incidence and symptom expression of virus diseases. Soil Sci. 61: 93—100, 1946b.
Middleton J. T.: Seed transmission of squash mosaic virus. Phytopathology 34: 405—410, 1944.
Miller P. W.: Technic for indexing strawberries for viruses by grafting to *Fragaria vesca.* Plant Diseases Rep. 30: 94—96, 1952.
Miller G. L., Stanley W. M.: Derivatives of tobacco mosaic virus I. acetyl and phenylureidovirus. J. Biol. Chem. 141: 905—920, 1941.
Mišiga S., Valenta V.: Prenos virusu stolburu prostrednictvom niektorých druhov kukučín. Biologia 12: 652—660, 1957.
Moericke V.: Über den Nachweis der Blattrollkrankheit in Kartoffelknollen durch den Resorcin test. Phytopathol. Z. 24: 462—464, 1955.
Muravjev V. P.: K diagnostike mozaičnych bolezni sacharnoj cvekli. Sborník Kyjev 122—131, 1930a (Rev. Appl. Mycol. 11: 89, 1932).
Muravjev V. P.: Mozaičnyje bolezni sacharnoj cvekli. Sborník Kyjev 132—139, 1930b (Rev. Appl. Mycol. 11: 89—90, 1932).
Musil M., Valenta V.: Rozšírenie žilnatky virusonosnej (*Hyalestes obsoletus* Sign.) na Slovensku. Biologia 12: 133—136, 1957.
Natti J. J., Ross A. F.: Branch trace necrosis — a symptom of potato leaf-roll virus infection. Amer. Potato J. 31: 12—14, 1954.
Nelson R.: Investigations in the mosaic disease of bean. Michigan Agric. Exp. Sta. Bull. 118, 1932.
Neugebauer T.: Über eine physikalische Theorie der Selbstreproduction von Viren. Phys. Z. 40: 406—409, 1939.
Newhall A. G.: Seed transmission of lettuce mosaic. Phytopathology 13: 104—106, 1923.
Newton W., Edwards H. I.: Virus studies I. The production of antisera in chickens by inoculation with potato virus X. Canad. J. Res. 14: 412—418, 1936.
Nichols C. W.: Thiouracil inhibition of tobacco mosaic virus multiplication. Phytopathology 43: 555—557, 1953.
Nichols C. W.: Absorption of thiouracil by tobacco leaf tissue and inhibition of tobacco mosaic virus multiplication. Phytopathology 44: 92—93, 1954.
Nishimura M.: A carrier of the mosaic disease. Bull. Torey Bot. Club 45: 219—233, 1918.
Norris D. C.: Spotted wilt of potato. II. Tuber transmission and vector studies of the filed disease. Austral. J. Agric. Res. 2: 221—242, 1951.
Odehnal J.: Fysiologicko-ekologický výzkum některých složek kvality a vitality sort bramborových. Disertační práce Vys. šk. zeměděl., Brno 1939.
Oparin A.: Problemi proischoždenija žizni v sovremenom jestestvoznanii. Sb. filosofickije voprosi sovremennoj biologii, 267, 1951.
Orlando A., Silberschmidt K.: O vector de clorose infecciosa das Malvacéas. Biologico 11: 139—140, 1946.
Osborn H. T.: Incubation period of pea mosaic in Macrosiphon pisi Kalt. Phytopathology 24: 15, 1934.
Osborn H. T.: Differentiation of 5 mosaic viruses of legumes. Phytopathology 28: 17—18, 1938.

Pfankuch E., Kausche G. A.: Über Darstellung, Eigenschaften und quantitative Bestimmungen von Tabakmosaik-Virus und Kartoffel X-Virus und ihre physikochemische Differenzierung. Biochem. Z. 299: 334—358, 1938.
Pierce W. H., Hungerford C. W.: Symptomatology, transmission, infection and control of bean mosaic in Idah. Idaho Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 7, 1929.
Pirie N. W.: The isolation from normal tobacco leaves of nucleoprotein with some similarity to plant viruses. Biochem. J. 47: 614—626, 1950.
Pirie N. W.: Macromolecular nucleoproteins from healthy tobacco leaves. Biochimia, Moskva 22: 212—235, 1957.
Pirie N. W., Smith K. M., Spooner E. T. C., McClement W. D.: Purified preparation of tobacco necrosis virus (*Nicotiana virus 11*) Parasitology 39: 543—550, 1938.
Posnette A. F.: Transmission of "swollen shoot" disease of cacao. Trop. Agric. Trinidad. 17: 98—100, 1940 (Rev. Appl. Mycol. 20: 45, 1941).
Posnette A. F.: Virus disease of cacao in West Africa I. Cacao virus 1A, 1B, 1C and 1D. Ann. Appl. Biol. 34: 388—402, 1947.
Posnette A. F., Robertson N. F.: Virus diseases of cacao in West Afrika VI. Vector investigation. Ann. Appl. Biol. 37: 363—377, 1950.
Posnette A. F., Todd J. M, A.: Virus diseases of cacao in West Afrika VIII. The search for virus resistant cacao. Ann. Appl. Biol. 38: 785—800, 1951.
Pound G. S.: Cabbage varietal reaction to mosaic viruses. Phytopathology 36: 408, 1946a.
Pound G. S.: Control of virus diseases of cabbage seed plants in Western Washington by plant bed isolation. Phytopathology 36: 1035—1039, 1946b.
Pound G. S.: The effect of air temperature on virus concentration and leaf morphology of mosaic infected horseradish. J. Agric. Res. 78: 161—172, 1949.
Pound G. S.: Relation of air temperature and virus concentration to mosaic resistance in cabbage. Phytopathology 42: 83—94, 1952.
Pound G. S., Walker J. C.: Effect of air temperature on the concentration of certain viruses in cabbage. J. Agric. Res. 71: 471—483, 1945.
Pozděna J., Čech M.: K problematice sérologického zjišťování nakažlivé neplodnosti a kadeřavosti chmele. Sborník ČSAZV — Rostl. výr. 3: 855—860, 1957.
Pozděna J., Helebrant C., Blattný C.: Příspěvek k poznání přenosu žloutenky řepy cukrové. Sborník ČSAZV 27, ser. A: 295—304, 1954.
Pozděna J., Svobodová J., Petrů E., Limberk J., Blattný C.: Příspěvek k poznání mosaiky hrachu v Československu. Čs. Biologie: 298—309, 1955.
Pozděna J., Čech M., Blattný C.: Studie o antigenních vlastnostech viru kadeřavosti chmele. Preslia 28: 23—25, 1956.
Pozděna J., Hervert V., Blattný C.: Tabák jako polní test pro zdravotní stav brambor a vhodnosti polohy pro produkci sadbových brambor se zvláštním zřetelem k určení podle mšic. Čs. biologie 1: 325—331, 1952.
Prentice I. W.: Resolution and synthesis of virus complexes causing strawberry yellow-edge. Nature, London. 158: 24—25, 1946.
Price W. C.: Isolation and study of some yellow strains of cucumber mosaic. Phytopathology 24: 743—761, 1934.
Price W. C.: Studies on the virus atomization of tobacco necrosis. Amer. J. Bot. 25: 603—612, 1938.
Price W. C.: Acquired immunity from plant virus diseases. Quart. Rev. Biol. 15: 338—361, 1940.
Průša V.: Přehled metod na zjišťování viros u brambor se zřetelem na možnost jejich aplikace v bramborářství. Za soc. zemědělství 6: 1045—1049, 1956.
Pryor D. E.: The big vein disease of lettuce in relation to soil moisture. Phytopathology 32: 829, 1942.
Pryor D. E.: Exploratory experiments with the big vein disease of lettuce. Phytopathology 36: 264—272, 1946.
Purdy - Beale H. A.: Immunological reaction with tobacco mosaic virus. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 25: 702—703, 1928 (Rev. Appl. Mycol. 7: 809, 1928a).
Purdy - Beale H. A.: The improbability of tobacco mosaic transmission by slugs. Amer. J. Bot. 15: 100—101, 1928c (Rev. Appl. Mycol. 7: 409, 1928c).
Purdy-Beale H. A.: Multiplication of the virus of tobacco mosaic in detached leaves. Amer. J. Bot. 15: 94—99, 1928b (Rev., Appl, Mycol. 7: 409, 1928b).
Purdy - Beale H. A.: Immunological reaction with tobacco mosaic virus II. J. Exp. Med. 49: 919—935, 1929 (Rev. Appl. Mycol. 8: 743, 1929).
Quanjer H. M.: Die Nekrose des Phloems der Kartoffelpflanze, die Ursache der Blattrollkrankheit. Meded. Landb. Hoogesch. Wageningen 6: 41—80, 1913.

Quanjer H. M.: Bespeekung van de begrippen Biotrophie, Premmuniteit en Antistoffen. Tijdschr. PlZiekt. 48: 1—9, 1942.
Quanjer H. M., Roland G.: De Mozaikziekte van de Solanaceen, haare verwantschap met de Phloemnecrose en haare beteeknis voor de aardappelcultuur. Meded. Landb. Hoogesch. Wageningen 17: 31—38, 1919.
Raalte van M. H., Want van der J. P. H.: Effect of amidoacids on the number of lesions produced in leaves of *N. glutinosa* after inoculation with tobacco mosaic virus. Proc. I. Conf. Potato virus diseases, Wageningen. Lisse 1950: 66—70, 1951.
Rader W. E., Fitzpatrick H. F., Hildebrand E. M.: A seed borne virus of muskmelon. Phytopathology 37: 809—816, 1947.
Rainio A. J.: Untersuchungen über *Cucumis virus 1* Erreger der Kräuselkrankheit auf Gurkenpflanzen, Staatl. Landw. Versuchstätigkeit. Ber. Finnland. 109: 3 až 24, 1941.
Rawlins F. E., Tompkins C. M.: The use of carborundum as an abrasive in plant virus inoculations. Phytopathology 24: 1147—1148, 1934.
Reddick D.: Problems of virus transmission, Proc. 2. Congr. Pathol. Comparée Paris. 363—366, 1931.
Reddick D., Stewart V. B.: Varieties of beans susceptible to mosaic. Phytopathology 8: 530—534, 1918.
Reddick D., Stewart V. B.: Transmission of the virus of bean mosaic in seed and observations on the thermal death point of seed and virus. Phytopathology 9: 445—450, 1919.
Robbins W. W.: Mosaic disease of sugar beet. Phytopathology 11: 348—365, 1921.
Roberts F. M.: Underground spread of potato virus X. Nature London 158: 663, 1946.
Röder K.: Einige Untersuchungen über einen an Hanf (Cannabis sativa L.) auftretenden Virus. Faserforschung 15: 77—81, 1941.
Ryžkov Ryžkov V. L.: Filterable viruses as a cause of virescence of flowers. State Publ. Off. for Crimea, Simferopol, 1934: 59—73, ref. (Rev. Appl. Mycol. 14: 79—80, 1935).
Ryžkov V. L.: The nature of ultra viruses and their biological activity. Phytopathology 33: 950—951, 1943.
Ryžkov V. L.: Fytopatogenije virusy, Moskva 1946.
Ryžkov V. L.: Systematik der Viren in der modernen Literatur. Mikrobiologia 21: 458—467, 1952.
Ryžkov V. L.: Fyziologija virusov, Priroda, 44: 32—36, 1955.
Ryžkov V. L.: Sistematika virusov a jeje značenije dlja selskogo chozajstva. Botan. žurnal 39: 797—808, 1954.
Ryžkov V. L.: Fysiologie virů a imunita vůči virovým chorobám. Čs. biologie 5: 138 až 146, 1956.
Ryžkov V. L., Marčenko N. K.: Vzajmodejstvije albumina i virusa mozaiki bolezni tabaka s adenilovoj i nukleinovymi kyslotami. Dokl. Akad. Nauk SSSR, 86: 181—184, 1952.
Říha J.: O vlivu výběru zdravé sadby při ozdravování kultur bramborů. Ochrana rostlin 7: 6—18, 1927.
Salaman R. N.: An analysis of some necrotic virus disease of the potato Proc. Roy Soc. London Ser. B. 111: 53—73, 1932a.
Salaman R. N.: The analysis and synthesis of some diseases of the mosaic type. The problem of carriers and autoinfection in the potato. Proc. Roy Soc. London Ser. B. 110: 186—224, 1932b.
Salaman R. N.: Protective inoculation against a plant virus. Nature London 131: 468, 1933.
Salaman R. N.: Acquired immunity against the Y potato virus. Nature London 139: 924, 1937.
Salaman R. N.: The potato virus X, its strains and reactions. Philos. Transer. B 229: 137—217, 1938.
Salaman R. N., LePelley R. H.: Para-crinkle: a potato disease of the virus group. Proc. roy Soc. Lond. ser. B 106: 140—175, 1930.
Salmon E. S., Ware V. M.: The chlorotic disease of the hop IV. Transmission by seed. An. Appl. Biol. 22: 728—730, 1935.
Samuel G., Bald J. G.: On the use of the primary lesions in quantitative work of two plant viruses. Ann. Appl. Biol. 20: 70—76, 1933.
Semal J.: Note sur la presence chez céleri (Apium graveolens) de Cucumis virus 1 var. chrysanthemi Noordam. Parasitica 12: 29—31, 1956.

Severin H. H. P.: Minimum incubation periods of causative agent of curlyleaf in beet leafhopper and sugar beet. Phytopathology 11: 424—429, 1921.
Severin H. H. P.: Transmission of california aster and celery yellow virus by three species of leafhoppers. Hilgardia 3: 339—361, 1934.
Severin H. H. P.: Transmission of california aster-yellows virus by the first reported leafhopper vector in *Gyponinae.* Hilgardia 17: 139—153, 1946.
Severin H. H. P.: Transmission of the virus of Pierce's disease of grapevines by leafhoppers. Hilgardia 19: 190—206, 1949.
Severin H. H. P., Freitag J. M.: Western celery mosaic. Hilgardia 11: 495—547, 1938.
Sheffield F. M. L.: The formation of intracellular inclusions in solanaceous hosts infected with aucuba mosaic of tomato. Ann. Appl. Biol. 18: 471—493, 1931.
Sheffield F. M. L.: Experiments bearing on the nature of intracellular inclusions in plant virus diseases. Ann. Appl. Biol. 21: 430—453, 1934.
Sheffield F. M. L.: The role of plasmodesm in the translocation of virus. Ann. Appl. Biol. 23: 506—513, 1936.
Sheffield F. M. L.: Value of phloem necrosis in the diagnosis of potato leaf roll. Ann. Appl. Biol. 30: 131—136, 1943.
Schaffnitt E., Weber H.: Über das Vorkommen von intrazelluraren Körpern in den Geweben mosaikkranker Rüben, Forsch, PflKr. Berl. 4: 23—42, 1927.
Schmelzer K.: Beiträge zur Kenntnis der Übertragbarkeit von Viren durch Cuscuta-Arten. Phytopathol. Z. 28: 1—56, 1956b.
Schmelzer K.: Beiträge zur Kenntnis der Übertragbarkeit von Viren durch Cuscuta-Arten, Phytopath. Z. 28: 1—56, 1957a.
Schmelzer K., Pop I.: Die Reaction von Gartenbohnensorten auf die Viren des Tabakmosaiks, des südlichen Bohnenmosaiks und der Tabakmauche. Nachrbl. deutsch. PflSchDienst. Berl. 11: 213—217, 1957.
Schneider F.: Zkušenosti a poznatky z kampaně 53/54. Cuker. 7: 137—143, 1954.
Schöniger G.: Technische Verbesserung der Ausläuferpropfung bei Erdbeeren. Nachrbl. deutsch. PflSchDienst. Stuttgart 9: 12—14, 1957.
Schramm B.: Die Biochemie der Viren, Berlin, 1954.
Schramm G.: Über die Spaltung des Tabakmosaikvirus in niedermolekulare Proteine und die Rückbildung hochmolekularen Proteins aus den Spaltstücken. Naturwissenschaften 31: 94—95, 1943.
Schramm G.: Zur Chemie des Mutationsvorganges beim Tabakmosaikvirus. Z. Naturforsch. 3b: 320—322, 1948.
Schultz E. S.: A potato necrosis resulting from cross-inoculation between apparently healthy plants. Science N. S. 62: 571—572, 1925.
Schultz E. S., Folsom D.: Transmission, variation and control of certain degeneration of Irish potatoes. J. Agric. Res. 25: 43—115, 1923.
Schultz E. S., Folsom D.: Infection and dissemination experiments with degeneration diseases of potatoes-observation in 1923. J. Agric. Res. 30: 493—528, 1925.
Schuster G.: Zum Kallosentest (Igel-Lange test) für den Virusnachweis am Kartoffel. Nachrbl. deutsch. PflSchDienst. Berlin 12: 243, 1956.
Simons J. N., Sylvester E.: Acquisition treshold period of vestern celery mosaic virus for four species of Aphids. Phytopathology 43: 29—31, 1953.
Sirotina M.: Cytologičeskoje izučenije mosaiky sacharnoj cvekli. Nauk. zap. sach. pron. Ukraine 9: 195—216, 1932.
Slogteren van E.: De Herkenning van Virus Ziekten der Aardappelen langs serologische Weg (Netherlands). Lab. Bloembollenoenderzoek, Lisse, 76, 1944.
Slogteren van D. H. M.: The serological diagnosis of plant diseases caused by viruses. Rep. 13th Intern Hortic. Congres. 1952.
Slogteren van D. H. M.: Serological micro-reaction with plant viruses under parafin oil. Proc. 2nd Conf. Pot. Virus Dis. 1954 Wageningen-Lisse, 1954a.
Slogteren van D. H. M.: Serological analysis of some plant viruses with the gel diffusion method. Proc. 2nd Potato Virus Dis. Conf. Wageningen-Lisse, 1954b.
Slogteren van D. H. M.: Preparation of antisera against potato virus S with special reference to the preparation of non-toxic virus suspensions for the immunization of rabbits from extract of infected potato plants. Proc. 2nd Conf. Pot. Virus Dis. Wageningen-Lisse 1954c.
Smith E. F.: Peach yellows and peach rosette; US Dept. Agric. Farms. Bull. 17, 1894.

Smith-Henderson J.: Virus diseases in plants II. Amoeboid intracellular inclusions. Biol. Rev. 5: 164—170, 1930.
Smith K. M.: Studies on potato virus diseases V. Insect trasmission of potato leaf roll. Ann. Appl. Biol. 16: 209—229, 1929.
Smith K. M.: Studies on potato virus diseases VII. Some experiments with the virus of a potato crinkle with notes on interveinal mosaic. Ann. Appl. Biol. 17: 223—240, 1930.
Smith K. M.: Virus disases of plants and their relationship with insect vectors. Biol. Rev. 6: 302—344, 1931a.
Smith K. M.: On the composite nature of certain potato virus diseases of the mosaic group. Proc. roy Soc. Lond. ser. B 109: 251—267, 1931b.
Smith K. M.: Studies on potato virus diseases IX. Some further experiments on the insect transmission of potato leafroll. Ann. Appl. Biol. 18: 141—152, 1931c.
Smith K. M.: The present status of plant virus research. Biolog. Rev. 8: 136—179, 1933.
Smith K. M.: A new virus disease of the tomato. Ann. Appl. Biol. 22: 731—741, 1935.
Smith K. M.: An air-borne plant virus, Nature London 157: 370, 1937a.
Smith K. M.: Studies on a virus found in the roots of certain normal looking plants. Parasitology 29: 70—85, 1937b.
Smith K. M.: Further studies on a virus found in the roots of certain normal looking plants. Parasitology 29: 86—95, 1937c.
Smith K. M.: The study of plant viruses with special reference to their insect relationship and some comparisons with the animal viruses, Trans. Roy Soc. Trop. Med. 32: 557—566, 1939.
Smith K. M.: Some notes on the relationship of plant viruses with vector and non-vector insects. Parasitology 33: 110—116, 1941.
Smith K. M.: Transmission by insects of a plant virus complex. Nature London 155: 174, 1945.
Smith K. M.: An insect vector of the turnip yellow mosaic virus. Nature London 158: 417, 1946a.
Smith K. M.: Tomato black ring — a new virus disease. Parasitology 37: 126—130, 1946b.
Smith K. M.: Tobacco rosette: A complex virus disease. Parasitology 37: 21—24, 1946c.
Smith K. M.: Plant viruses; London 1948.
Smith K. M.: A latent virus in sugar beets and mangolds. Nature, London 167: 1061, 1951.
Smith K. M.: Latency in viruses and the production of new virus diseases. Biolog. Rev. 27: 347—357, 1952.
Smith K. M.: A textbook of plant virus diseases 2 nd ed. London 1957.
Smith K. M., Bald J. C.: A description of a necrotis virus diseases affecting tobacco and other plants. Parasitology 27: 231—245, 1935.
Smith K. M., Lea D. E.: The transmission of plant viruses by Aphids. Parasitology 37: 25—37, 1946.
Smith K. M., Markham R.: A virus disease of lovage; Phytopathology 34: 335—340, 1944a.
Smith K. M., Markham R.: Two new viruses affecting tobacco and other plants. Parasitology 27: 231—245, 1944b.
Smith K. M., Markham R.: Importance of potato virus X in the growing of potatoes. Nature London 155: 38, 1945.
Sorokin H.: Phenomena associated with the destruction of the chloroplast in tomato mosaic. Phytopathology 17: 363—370, 1927.
Spencer E. L.: Effect of nitrogen supply on host susceptibility to virus infection. Phytopathology 25: 178—191, 1935a.
Spencer E. L.: Influence of phosphorus and potassium supply on host susceptibility to yellow tobacco mosaic. Phytopathology 25: 493—502, 1935b.
Spooner E. T. C., Bawden F. C.: Experiments on the serological reactions of potato virus X. Brit. J. Exp. Pathol. 16: 218—250, 1935.
Sprau F.: Zur Frage der Übertragung des Y virus der Kartoffel durch Samen. Pflanzenschutz 3: 128, 1951.
Sprau F.: Pathologische Veränderung in Siebteil der Kartoffeltriebe und ihre Verwendbarkeit als Nachweis für das Blattrollvirus. Z. Pfl. Bau. 6: 186—192, 1955a.
Sprau F.: Pathologische Gewebeveränderungen durch das Blattrollvirus bei der Kartoffel und ihr färbetechnischer Nachweis. Ber. dtsch. bot. Ges. 68: 239 až 246, 1955b.

Sprau F.: Ein neues Färbeverfahren für Kallose und Überprüfung seiner Anwendung zur Diagnose blattrollkranker Kartoffeln. Nachrbl. dtsch. PflSchDienst. Stuttgart 10: 3—6, 1958.
Stalder L., Schütz F.: Virus freie Erdbeeren. Schweiz. Z. Obst. u. Weinb., 68: 30—35, 1959.
Sreenivasaya M.: Contribution to the study of spike-disease of sandal (*Santalum album* L.). New methods of disease transmission and their significance. J. Indian. Inst. Sci. 13A: 113—117, 1930.
Stanley W. M.: Chemical studies on the virus of tobacco mosaic I. Some effect of trypsin. Phytopathology 24: 1055—1085, 1934a.
Stanley W. M.: Chemical studies on the virus of tobacco mosaic II. The proteolytic action of pepsin, Phytopathology 24: 1269—1271, 1934b.
Stanley W. M.: Chemical studies on the virus of tobacco mosaic III. Rates of inactivation at different hydrogen ion concentration. Phytopathology 25: 475—481, 1935a.
Stanley W. M.: Chemical studies on the virus of tobacco mosaic IV. Some effects of different chemical agents on infectivity. Phytopathology 25: 899—908, 1935b.
Stanley W. M.: Isolation und properties of virus protein. Science 81: 644, 1935c.
Stanley W. M.: The isolation from diseased turkish tobacco plants of a crystalline protein possesing the properties of tobacco mosaic virus. Phytopathology 26: 305—320, 1936.
Stapp C.: Über serologische Virusforschung und den diagnostischen Wert serologischer Methoden zum Nachweis der pflanzlichen, insbesondere der an Kartoffelanbau beteiligten Viren. J. Landwirtsch. 89: 161—168, 1943.
Stapp C., Bercks R.: Zur Frage des serologischen Nachweises von Kartoffelviren. Arb. biol. Reichsanst. Berlin, 23: 211, 1940.
Stapp C., Bercks R.: Über weiteres Antrockungversuche mit Seren gegen Kartoffelviren. Phytopath. Z. 15: 47—52, 1948.
Stapp C., Marcus O.: Serologische Untersuchungen am Tabak über Ausbreitung und Verteilung der 3 Kartoffelviren X, Y und A. Zbl. Bakt. II. Abt. 105: 369 až 373, 1943.
Stelzner G.: Zur Frage der Virusübertragung durch den Samen insbesondere des X, Y, und Blattrollvirus des Kartoffel. Züchter 14: 225, 1942.
Steudel W.: Zur Frage der Bekämpfung der Vergilbungskrankheit der Beta Rüben durch Übertragerabtötung mit chemischen Mitteln. Z. PflKrankh. 59: 418 až 430, 1952.
Steudel W., Heiling A.: Die Vergilbungskrankheit der Rübe. Mitt. Biol. Zentralanst. Berlin 79: 1—132, 1954.
Steudel W., Heiling A.: Versuchergebnise zur Höhne der vermeidbaren Vergilbungsschäden an Zuckerrüben im Rheinland und Westfallen in der Jahren 1953—1954. Nachrbl. dtsch. PflSchDienst. Stuttgart 8: 1—6, 1956.
Stoddard E. M.: Inactivating in vitro the virus of X disease of pech by chemotherapy. Phytopathology 32: 17—22, 1942.
Stoddard E. M.: Immunization of pech trees to X disease by chemotherapy. Phytopathology 34: 1011—1012, 1944.
Storey H. H.: The transmission of streak disease of maize by the leafhopper Balclutha mbila Nd. Ann. Appl. Biol. 12: 422—439, 1925.
Storey H. H.: Transmissions studies of maize streak disease. Ann. Appl. Biol. 15: 1—25, 1928.
Storey H. H.: The inheritance by an insect vector of the ability to transmit a plant virus. Proc. roy. Soc. London ser. B 112: 46—60, 1932.
Storey H. H.: Investigations of the mechanism of transmission of plant viruses by insect vectors I. Proc. roy. Soc. Lond. ser. B 113: 463—485, 1933.
Storey H. H.: Investigations of the mechanism of transmission of plant viruses by insect vectors II. The part played by puncture in transmission. Proc. roy. Soc. Lond. ser. B 125: 455—477, 1938.
Storey H. H.: Transmission of plant viruses by insects. Bot. Rev. 5: 240—272, 1939a.
Storey H. H.: Investigations of the mechanism of transmission of plant viruses by insect vectors III. The insect saliva. Proc. roy. Soc. Lond. ser. B 127: 526— 547, 1939b.
Storey H. H., Nichols R. F. W.: Studies of the mosaic disease of cassava. Ann. Appl. Biol. 25: 790—806, 1938.
Straňák F., Blattný C., Klečka A.: Mosaika révy vinné. Ochrana rostlin 11: 89 až 98, 1931.

Suchov K. S.: X-tela v slinných žlazach perenoščika zakuklivanje-*Delphax striatella* Fall. Dokl. Ak. Nauk SSSR, 27: 516—524, 1940.
Suchov K. S.: Slinnyj sekret M. persicae i obrazovanije vzněgo filtrujuščego apparata. Dokl. Ak. Nauk. SSSR, 42: 226—228, 1944.
Suchov K. S.: O prirode virusov, Mikrobiologija 22: 316—324, 1953a.
Suchov K. S.: Vidobrazovanije u virusov. Izv. Akad. Nauk SSSR ser. biol. 3—15, 1953b.
Suchov K. S., Petljuk P. T.: Delphax striatella Fall. as a vector of the virus disease of zakuklivanije. Dokl. Akad. Nauk SSSR 26: 483—486, 1940 (Rev. Appl. Mycol. 20: 265, 1940).
Suchov K. S., Vovk A. M.: O biologii cikady *Hyalestes obsoletus* Sign. peronoščika virusa stolbura. Trudy Inst. Gen. Leningrad, 15: 193—202, 1948.
Suchov K. S., Vovk A. M.: Stolbur paslenovych, Moskva 1949.
Suchov K. S., Vovk A. M., Alexejeva K.: Virusne bolezni rastenij v Kirkiziji. Mikrobiologija 13: 256—260, 1946.
Summers E. M., Brandes E. W., Rands R. D.: Mosaic of sugar cane in the US with special reference to strains of the virus. US Dept. Agric. Tech. Bull. 955, 1948.
Sylvester E. S.: Transmission of sugar beet yellow-net virus by the green peach aphid. Phytopathology 39: 117—137, 1949.
Sylvester E. S.: Transmission of *Brassica nigra virus* by the green peach aphid. Phytopathology 40: 743—745, 1950a.
Sylvester E. S.: Effect of starving infective aphids on the transmission of the beet yellow-net virus. Phytopathology 40: 782, 1950b.
Sylvester E. S.: Comparative transmission of beet mosaic virus by four aphid species. Phytopathology 42: 252—254, 1952.
Sylvester E. S.: Brassica nigra virus transmission. Some vector virus-host plant relationship. Phytopathology 43: 209—214, 1953a.
Sylvester E. S.: Host range and propertie of *Brassica nigra virus.* Phytopathology 43: 541—546, 1953b.
Sylvester E. S.: Yellow net virus disease of tomato, Phytopathology 44: 219—220, 1954.
Sylvester E. S.: Beet yellow virus transmission by the green peach aphid. J. econ. Entomol. 49: 789—800, 1956a.
Sylvester E. S.: Beet mosaic and beet yellows virus transmission by the green peach aphid. J. Amer. Soc. Sug. beet technol. 9: 56—61, 1956b.
Sylvester E. S., McLean J. G.: Aphid control on potatoes. Amer. Potato J. 26: 16 až 24, 1949.
Sylvester E. S., Simons J. N.: Relation of plant species inoculated to efficiency of aphids in the transmission of *Brassica nigra virus.* Phytopathology 41: 908 až 910, 1951.
Šíp V.: Význam sadbových oblastí. Za vysokou úrodu 6: 402—403, 1958.
Takahaski R., Akai H., Inonye T.: Semisterility in some two-rowed varietes of barley for malt and the barley stripe mosaic virus and its possible cause. Ohara Inst. Ber. 11: 78—91, 1957.
Takata R.: Results of experiments with dwarf disease of rice plant. J. Japan Agric. Soc. 172: 1—4, 1895 (cit. Köhler - Klinkowski: Viruskrankheiten, Berlin 1954, 164).
Thornberry M. H.: A proposed system of virus nomenclature and classification. Phytopathology 31: 23—24, 1941.
Thung T. H.: Smetstof en plantencel bij enkele virusziekten van de tabaksplant. Handl. 6. Nederl.-Ind. Naturwettensch. Congr., Bandoeng, Java 450—463, 1931.
Thung T. H.: Antagonistische acties van viren. Tijdschr. PlZiekt. 53: 43—48, 1947.
Thung T. H.: Waarnemingen omtrent de dwergziekte bij framboos en wilde braam II. Tijdschr. PlZiekt. 58: 255—259, 1952.
Thung T. H., Hadiwidjaja T.: Het overbrengen van viren met behulp van *Cuscuta* australis. Tijdschr. PlZiekt. 56: 349—351, 1950.
Tinsley T. W.: The effects of varying the water supply of plants on their suceptibility to infection with viruses. Ann. Appl. Biol. 40: 750—760, 1953.
Tolman B., Murphy A. M.: Sugar beet culture in the intermountain area with curly top resistant varieties. US Dept. Agric. Farm. Bull. 1903, 1942.
Ullrich J.: Untersuchungen über Salatmosaic. Nachrbl. dtsch. PflSchDienst. Stuttgart 6: 182—184, 1954.
Ullrich J.: Die Samenübertragung des Salatsmosaiks und ihre Bedeutung für den Salatsamenbau. Züchter 26: 26—27, 1956.
Uschdraweit H. A.: Boden und Viruserkrankungen. Z. PflKrankh. 56: 252—260, 1949.

Uschdraweit H. A.: Die Bedeutung der Stauden für die Virusverbreitung. Mitt. Biol. Bundesanst. Berl. 81: 25—33, 1954.
Uschdraweit H. A.: Die Problematik des Pflanzenschutzen im Blumen- und Zierpflanzenbau. Mitt. Biol. Bundesanst. Berl. 85: 129—134, 1956.
Utech N. M., Johnson J.: The inactivation of plant viruses by substances obtained from bacteria and fungi. Phytopathology 40: 247—265, 1950.
Vager R. M.: Stolburnoje uvjadanije kartofelja. Mikrobiologija 2: 198—202, 1953.
Valenta V.: Stolbur — nebezpečná virová choroba paradajek. Ovocinár a vinohradník 4: 194—196, 1952.
Valenta V.: Poznámky k bionomii, vývoju a hosp. významu žilnatky virusonosnej v ČSR (*Hyalestes obsoletus* Sign.) Zool. a Entomol. Listy 2: 267—382, 1955.
Valenta V.: Poznámky k virusu nekrosy tabáku v Československu. Biologia 12: 808 až 815, 1957.
Valleau W. D.: Seed transmission and sterility studies of two strains of tobacco ring spot. Kentucky Agr. Exp. Sta. Bull. 327, 1932.
Valleau W. D.: Classification and nomeclature of tobacco viruses. Phytopathology 30: 820—830, 1940.
Valleau W. D.: Breeding tobacco varieties resistant to mosaic. Phytopathology 36: 412—417, 1946.
Vaňha J.: Die Kräusel oder Rollkrankheit der Kartoffel ihre Ursache und Bekämpfung. Monatshefte Landwirtschaft, 1910: 607, 1910.
Vielwerth V.: Zpráva o škodlivých činitelích brambor v r. 1939. Ochrana rostlin 16: 18—22, 1940.
Votoupal B.: K otázce přenosu některých viros u bramborů semenem. Sborník ČSAZV Rost. výroba 31: 47—64, 1958.
Walker J. C., Jolivette J. P.: Productivity of mosaic resistant Refugee beans. Phytopathology 33: 778—788, 1943.
Wallace J. M.: Evidence of passive immunization of tobacco *N. tabacum* from the virus of curly top. Phytopathology 30: 673—679, 1940.
Wallace J. M.: Virus strains in relation to acquired imunity from curly top in tomato. Phytopathology 32: 18—20, 1942.
Wartenberg H.: Die Grundlagen der Methoden zur Pflanzengutwertbestimmung an Kartoffelknollen. Mitt. Biol. Reichsanst. Berl. 58, 1938.
Wartenberg H., Hey A.: Das Redox potenzial des Gewebekreis der Kartoffelknolle. Planta 25: 258—262, 1936.
Watson M. A.: Studies on the transmission of sugar beet yellows virus by the aphis *Myzus persicae* Sulz. Proc. roy. Soc. Lond. ser. B 128: 535—552, 1940.
Watson M. A.: Sugar beet yellows virus, a preliminary account of experiments and observations on its effect in the field. Ann. Appl. Biol. 29: 358—365, 1942.
Watson M. A.: The transmission of beet mosaic and beet yellows viruses by aphids; a comparative study of a non-persistent and a persistent virus having host plants and vectors in common. Proc. roy. Soc. Lond. ser. B 133: 200—219, 1946.
Watson M. A.: The effect of different host plants of potato virus C in determining its transmission by aphids. Ann. Appl. Biol. 44: 599—607, 1956.
Watson M. A., Roberts F. M.: A comparative study of the transmission *Hyoscyamus virus 3,* potato virus Y and cucumber virus 1 by the vectors *M. persicae* Sulz, *M. circumflexus* Buck. and *Macrosiphum gei* Koch. Proc. roy. Soc. Lond. ser. B 127: 543—577, 1939.
Watson M. A., Roberts F. M.: Evidence against the hypothesis that certain plants viruses are transmitted mechanically by aphids. Ann. Appl. Biol. 27: 227—233, 1940.
Watson M. A., Hull R.: Sugar beet yellows, Min. of Agric. and Fish. Advisory leaflet nr. 323, London 1946.
Watson M. A., Watson J. D.: Comparative physiological studies on the growth of field crops. III. The effect of infectionn with beet yellows and beet mosaic viruses on the growth and yield of the sugar beet crop. Ann. Appl. Biol. 40: 1—37, 1953.
Watson M. A., Hull R., Hartsuijker K.: Yellowing disease of "Family 41" of sugar beet. Nature London 163: 910, 1949.
Wenzl H.: Neue Erfahrungen über die Vergilbungskrankheit der Rübe. Pflanzenarzt 6: 3—4, 1953.
Wenzl H.: Sommeranbau als Massnhme gegen Abbau durch Knollenübertragbare Kartoffelviren und gegen Fadenkeimigkeitsabbau. Die Bodenkultur 8: 274—306, 1955.

Wenzl H.: Was ist der Igel-Lange Test? Pflanzenarzt 9: 10—11, 1956a.
Wenzl H.: Die Diagnose der Fadenkeimigkeit an ungekeimten Kartoffelknollen mittels der Kallose Reaction, PflSchBer. 16: 21—55, 1956b.
Wenzl H.: Zur Frage der Saatgutübertragung der Vergilbungskrankheit der Beta Rübe. PflSch. Ber. 15: 161—167, 1956c.
Wenzl H.: Die Stolbur-Viröse in Österreich. PflSch. Ber. 16: 1957.
Willbrink G.: Bekämpfung der Sereh Krankheit. Dtsch. Zuckerindustr. 48: 275, 1923.
Wille J.: Die durch Rübenblattwanze erzeugte Kräuselkrankheit der Rüben. Arb. Biol. Reichsanst. 16: 115—167, 1928.
Winkler A. J.: Pierce's disease investigations. Hilgardia 19: 207—264, 1949.
Wingard S. A.: Host and symptoms of ring spot, a virus disease of plants. J. Agric. Res. 37: 127—153, 1928.
Woods A. F.: The destruction of chlorophyll by oxidizing enzymes. Zbl. Bakt. 5: 745—754, 1899.
Woods M. W., Eck R. V.: Nuclear inclusions by a strain of tobacco mosaic virus. Inst. 5: 419—434, 1933.
Woods M. W.: Intracellular bodies associated with ring-spot. Contr. Boyce Thompson Phytopathology 38: 852—859, 1948.
Zadina J.: Vadnutí brambor a stolbur. Sborník ČSAZV 28: 669—680, 1955.
Zadina J., Bartes E.: Nové poznatky o výskytu virových chorob u brambor. Sborník ČSAZV Rostl. výroba 29: 139—154, 1956.
Zadina J., Votoupal B.: Výsledky pokusů s letněním bramborů pro získání zdravé sadby. Sborník ČSAZV. ser. A 26: 175—186, 1953.
Zakopal J.: Možnosti terapie virových chorob. Sborník ČSAZV Rostl. výroba 3/30: 749—760, 1957.
Zilber L. A.: O symbiose virov i mikrobov. Usp. Sov. Biol. 33: 81—87, 1952.
Zilber L. A.: O prirode virusov i ich proischzdenii. Mikrobiologia 22: 81—94, 1953.
Zorin V. A., Rossolino O. K.: Izučenije protivirusnogo dejstvija i lečebnych svojstv antibiotika-antivirubina. Antibiotiki 2: 47—50, 1956.

BAKTERIE

CHARAKTERISTIKA BAKTERIÍ

Bakterie a jejich význam

Bakterie pro své malé rozměry a jednoduchý způsob života patří mezi nejjednodušší formy rostlinné říše. Jsou zařazovány mezi rostliny stélkaté (*Thallophyta*) do třídy *Bacteria* (*Schizomycetes*).

Mezi rostliny je zařazujeme spíše pro jejich fylogenetický původ, představující první podobu organisace života, jež se dále vyvíjela k vícebuněčným rostlinám přes řasy na jedné straně a přes vláknité bakterie a plísně na straně druhé.

Základní podmínkou života bakterií je dostatečná vlhkost prostředí, potřebná teplota a dostatečné množství živin. Bakterie přijímají látky (C, N, O, H, S, P a jiné) ve formě roztoků difusí buněčnou stěnou, a to celým povrchem těla.

Velká důležitost bakterií v přírodě záleží v jejich malé velikosti, schopnosti rychlého množení a nejrozmanitější biochemické činnosti.

Rozšíření bakterií v přírodě předčí rozšíření všech jiných organismů. Ve velkém množství rostou a rozmnožují se zvláště v půdě a ve vodě. Půdy bohaté na humus mají mnohem více mikrobů než půdy s malým množstvím organických látek. Ohromné masy bakterií jsou v rozkládajícím se listí, dřevě, hnijících tělech živočichů a rostlin. Vyskytují se i v sirných a teplých pramenech, v potravinách (maso, mléko, sýry, ovoce). Mnohé jsou důležitými články složitých rozkladných procesů v koloběhu dusíku a uhlíku v přírodě, avšak zasahují i do koloběhu jiných životně důležitých látek.

Zvláště koloběh dusíku by byl bez mikroorganismů nemožný, poněvadž na nich přímo závisí další synthesa bílkovin.

V koloběhu uhlíku převážně bakterie dovedou rozkládat buničinu odumřelých rostlin na látky jednodušší, jež jsou pak zdrojem výživy jiných organismů.

Bez této mikrobiologické činnosti nebylo by v přírodě přirozeného prostředku, který by vracel základní látky do soustavně probíhajících koloběhů nezbytných pro život v přírodě.

Ne všechny mikroby jsou člověku prospěšné. Některé způsobují značné škody v průmyslu nebo zemědělství, kde představují původce různých onemocnění rostlin a zvířat a škodí přímo i člověku.

Výživa bakterií

Přijímání potravy bakteriemi se děje difusí celým povrchem těla. Intensita tohoto pochodu závisi na stupni propustnosti plasmatické blány, různé koncentraci živin v buňce a mimo ni, snadnosti přeměny živin vnikajících

do buňky a konečně na jejich rozpustnosti v různých prostředích, hlavně ve vodě.

Živné látky, které prošly do živé buňky, jsou různými synthetickými reakcemi pozměňovány ve složitější organické sloučeniny a poskytují tak stavební materiál k růstu a rozmnožování organismů. Živiny do těla difundují většinou po předběžném rozpuštění ve vodě. V některých případech však bakterie přijímají i látky ve vodě nerozpustné. Takové látky, pokud nemohou být buňkou ihned přijaty, jsou přímo bakteriemi působením vlastních katalysátorů — enzymů nejprve rozkládány na látky jednodušší a teprve upravené jsou přijímány povrchem buněk.

Asimilace uhlíku

Autotrofní (prototrofní) bakterie si opatřují uhlík z kysličníku uhličitého; tím připomínají zelené rostliny. Uhlík je důležitý pro tvorbu organických sloučenin vlastního těla. Energii k synthese vytvářených sloučenin získávají z energie slunečního záření (fotosynthesa) nebo z energie chemické oxydací minerálních látek (chemosynthesa). U bakterií je chemosynthesa mnohem rozšířenější než fotosynthesa.

Druhá skupina bakterii, bakterie heterotrofní (metatrofní), získává uhlík z organických sloučenin.

Asimilace dusíku

Podle vztahu ke zdrojům dusíku rozdělujeme všechny mikroorganismy do těchto skupin (Fjodorov 1952):

1. Paratrofní bakterie. Přijímají dusík ve formě složitých bílkovinných látek. K nim náleží patogenní bakterie, které vyvolávají různá onemocnění rostlin, zvířat i lidí.

2. Peptonové bakterie. Využívají jako zdroje dusíku jen složitých organických sloučenin typu bílkovin nebo peptonu (z neživých organických látek) a nejsou schopné se vyvíjet na jednodušších sloučeninách. K nim náleží bakterie mléčného a propionového kvašení a také skupina hnilobných bakterií.

3. Amonisační bakterie. Mohou využívat všech předcházejících zdrojů dusíku a kromě toho rostou na amonných solích. K nim je možno zařadit mnohé skupiny bakterií (máselné, celulosové), mnohé kvasinky a plísně.

4. Nitrobakterie. Přijímají dusík z dusičnanů a redukují je na amoniak a volný dusík. Typickými představiteli jsou bakterie denitrifikační.

5. Nitrogenní bakterie. Mohou asimilovat volný dusík ze vzduchu za přítomnosti bezdusíkatých organických látek. K nim náleží hlízkové bakterie, azotobakter a *Clostridium pasteurianum* Winogradsky.

Kromě těchto skupin je nutno ještě poukázat na nitritační bakterie, které potřebují jen amoniak, a na nitratační bakterie, které potřebují jen dusitany.

Výměna látková u bakterií však probíhá za přítomnosti dalších důležitých prvků, především síry a fosforu. Síra je nutná k synthese protoplasmatických bílkovin, fosfor pro synthesu nukleoproteidů, lecithinu a jiných sloučenin obsahujících fosfor. Draslík je důležitý stejně jako jiné

prvky (hořčík, bor, molybden, zinek aj.) pro vývoj bakterií a železo je nutné pro dýchání.

Rozmnožování bakterií

Bakterie se rozmnožují dělením, které za příznivých podmínek proběhne velmi často již za 15—20 minut, za méně příznivých životních podmínek se doba prodlužuje. Víme, že ani množení dělením není zcela jednoduchý pochod. Ve skutečnosti jde o proces velmi složitý, který, jak uvádí Málek (1955), mnozí dosavadní badatelé neviděli biologicky jako součást hlubokých látkových přeměn v buňce, nýbrž odtrhovali dělení bakterijní buňky od přeměn v buňce, od její látkové výměny. Dělení samo bylo pro ně dějem čistě mechanickým.

Zdá se, že obě buňky vzniklé rozdělením nejsou zcela rovnocenné. Stejně tak se ukázala naprostá nestejnost doby, kterou jednotlivé buňky k dělení potřebují. Přesná pozorování celé řady buněk v průběhu dělení, doložená filmovými záznamy, potvrdila vedle jiných poznatků také výše uvedené údaje.

Dělení je nejznámější způsob množení mikroorganismů. Vznikající přepážkou se buňka postupně zaškrcuje, až se konečně rozdělí ve dvě samostatné části, ve dvě nové buňky.

Jsou-li rozměry dceřinných buněk po oddělení stejné, mluvíme o dělení isomorfním. Přitom i jaderná hmota přechází do dceřinných buněk ve stejném množství.

Nemají-li dceřinné buňky stejnou velikost, pak takové dělení nazýváme heteromorfní; setkáváme se s ním u nesporotvorných tyčinek a také u bacilů.

U spirochet dochází k dělení podélnému, souběžnému s podélnou osou těla organismu.

U jednodušších forem bakterií má dělicí přepážka vzhledem k podélné ose polohu kolmou. Různé uspořádání dělicích přepážek u kokovitých forem bakterií má pak za následek i různé formy seskupení dělením vzniklých jedinců.

Tvoří-li se přepážky stále v jednom směru, vznikají řetízky (streptokoky), tvoří-li se ve dvou rovinách na sobě kolmých, vznikají čtveřice koků (tetrakoky). Dochází-li k dělení koků ve třech rovinách navzájem kolmých, vytvářejí se balíčky (sarciny) (obr. 13).

Kromě pouhého dělení se některé druhy bakterií mohou rozmnožovat zvláštními typy klidových buněk, jako např. u čeledi *Chlamydobacteriaceae* Migula tzv. gonidiemi. Vznikají v apikálních segmentech vlákna v buňkách zvaných gonidangium (obr. 14). Po rozpadu protoplasmy se částice zaobli a obdají blánou. U některých jiných skupin mikroorganismů jsou známy obdobné způsoby množení podobnými typy klidových buněk.

Pohlavní rozmnožování bakterií. U octové bakterie *Acetobacter oxydans* (Henneberg) Bergey et al. byly pozorovány tzv. hypertrofické formy, které se k sobě přikládaly, což bylo považováno za primitivní pohlavní proces. Je zde však nutno poznamenat, že v jednotlivých takových případech je spíše možné nesprávné hodnocení morfologického obrazu heteromorfního dělení. Pohlavní rozmnožování bakterií nebylo dosud věrohodně dokázáno.

Pohyb bakterií

Mezi bakteriemi jsou pouze některé skupiny obdařeny schopností samostatného pohybu, který je podmíněn přítomností zvláštních orgánů — bičíků (řasinek) (viz str. 207). Pohyb bakterie je v tomto případě vyvoláván šroubovitým vlněním bičíků různým způsobem uspořádaných kolem podélné osy na těle organismu.

Uspořádání bičíků určuje i způsob pohybu. Polárně obrvení jedinci se pohybují vířivě v přímé čáře, jiní, zvláště peritricha, se pohybují různě rychle dopředu i dozadu, převážně však neuspořádaně. U některých bakterií je pohyb opět velmi pomalý a projevuje se jako převalování buněk kolem podélné osy. U pohyblivých spirochet je pohyb působen pravidelným kolébáním celého těla.

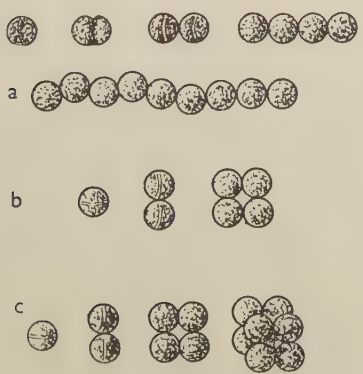
Plazivý pohyb bakterií po povrchu substrátu, charakteristický pro myxobakterie, umožňuje bobtnání slizu, který mikroorganismy vylučují.

Aktivní pohyb bakterií zjišťujeme nejlépe ve visuté kapce (viz str. 563) fysiologického roztoku, lépe však v peptonové vodě; při pozorování se musí odlišovat od pasivního Brownova pohybu, vznikajícího prouděním tekutého prostředí.

MORFOLOGIE BAKTERIÍ

Tvar a velikost bakterií

Bakterie jsou velmi drobné jednobuněčné organismy, viditelné pouze při větším zvětšení mikroskopem. Jsou ze všech organismů nejméně členěné. Jejich vnější i vnitřní uspořádání je nejjednodušší ze všech mikrobních buněk.



13. Schematické znázornění dělení bakterií: a) dělící přepážky jsou v jedné rovině, b) dělící přepážky jsou ve dvou rovinách na sobě kolmých, c) dělící přepážky jsou ve třech rovinách na sobě kolmých.
Podle Fjodorova

14. Gonidie *Cladothrix dichotoma*.
Podle Šapošnikova

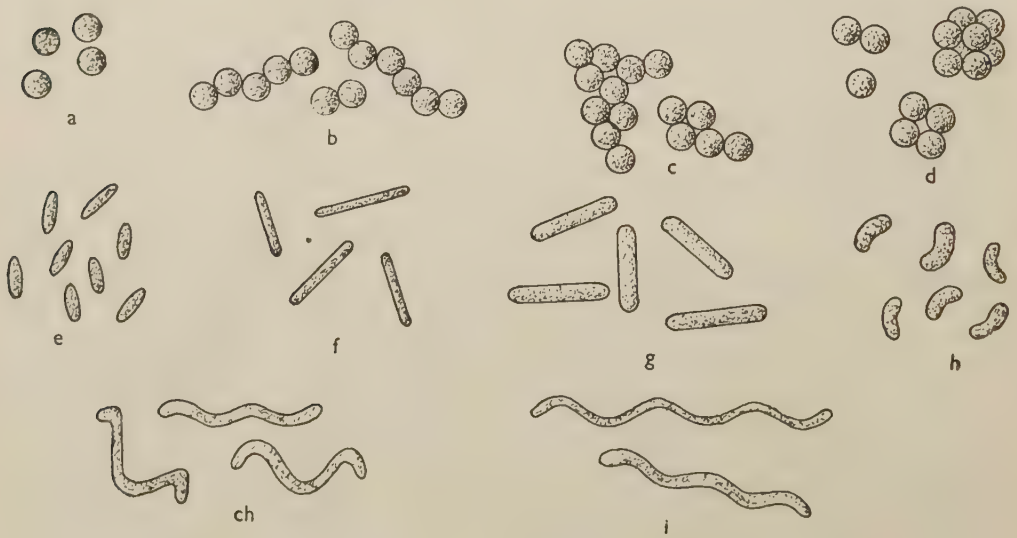
Tvarově se značně odlišují. Nejjednodušší tvar mají bakterie kulovité čili koky. Koky uspořádané do řetízků nazýváme streptokoky, do hroznovitých shluků stafylokoky. Tvoří-li bakterie malé krychličky, mluvíme o sarcinách. Bakterie některých rodů, na příklad *Neisseria* Trevisan, vytvářející dvojice příčně protáhlých koků, se označují jako diplokoky.

Druhým základním tvarem bakterií jsou tyčinky různých tvarových variací; krátké až kokovité, dlouhé až vláknité, štíhlé, tlusté, po celé délce stejnoměrně nebo nepravidelně silné; tyčinky rohlíčkovitě zprohýbané (Vibrio), závitnicovité s vývrtkovitě stočeným tělem do jednoho až dvou závitů (Spirillum) a konečně Spirochaeta s dlouhým spirálovitě vinutým tělem (obr. 15).

Uspořádání tyčinkovitých bakterií je stejně jako u bakterií kulovitých značně rozdílné. Tyčinky se mohou řadit za sebou do dvojic, po případě vláknitých řetízků nebo i různým způsobem vedle sebe rovnoběžně nebo různoběžně.

Těla bakterií jsou někdy i dlouze vláknitá. Mohou být hladká a pravidelná (Leptotrichia) nebo zrnitá, granulovaná a nepravidelná (Actinomyces). I vzájemné uspořádání vláken může být různé. Vláknité bakterie pokládáme vývojově obyčejně za vyšší ústrojence, které se alespoň částečně blíží plísním.

Základní tvarové vlastnosti bakterií jsou často porušovány. Tvarové i funkční rozrůznění bakterií těsně souvisí s prostředím, ve kterém se mikroorganismy vyživují, vyvíjejí a rozmnožují. Tak na příklad mikroorganismy žijící převážně v prostředí tekutém zůstávají jednobuněčné a tvarově nejjednodušší. V příznivých podmínkách růstu není podnětů, které by mikroby nutily měnit základní tvar. Bakterie, které jsou nuceny



15. Tvary a seskupení bakterií: a) *Micrococcus*, b) *Streptococcus*, c) *Staphylococcus*, d) *Sarcina*, e) krátké tyčinky, f) tenké dlouhé tyčinky, g) tlusté dlouhé tyčinky, h) *Vibrio*, ch) *Spirillum*, i) *Spirochaeta*.

žít na pevném substrátě, částečně svůj původní tvar pozměňují; vznikají řetízky, vlákna apod.

Mnohdy se setkáváme s tzv. involučními formami (obr. 16a) bakterií; jsou to patologicky nebo degeneračně změněné mikroby, tvarově velmi odchylné od forem původních. Nacházíme je hlavně ve stárnoucích nebo nedostatečně živených kulturách, kde se objevují v různé podobě. Na příklad u bakterií octového kvašení velmi snadno vyvoláme tvorbu involučních forem kultivací za vývojově nepříznivých podmínek (zvýšená teplota, značná kyselost půdy, vysoký obsah solí apod.).

Tyčinkovité formy hlízkových bakterií *Rhizobium leguminosarum* Frank (= *Bacterium radicicola* Beij.) se mění ve větší rozvětvené formy tzv. bakteroidy (obr. 16b) podobné písmenu T a Y. Poněvadž vzniklé bakteroidy se mohou rozpadat opět na koky a ty se zase přeměňují na pohyblivé tyčinky, převládá v poslední době názor, že bakteroidy nejsou involuční formou, nýbrž formou růstu bez jakýchkoliv patologických příznaků.

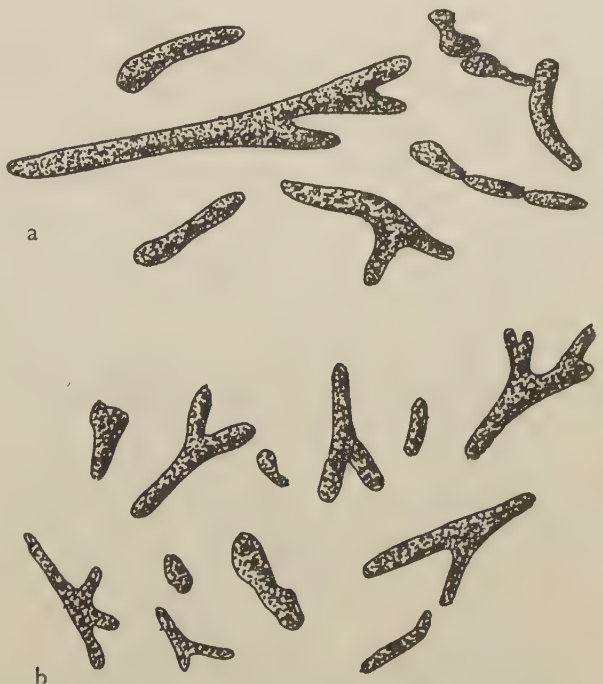
Z tvarů bakterií, kulovitého, tyčinkovitého a vláknitého, někdy různě seskupených a v různých prostředích i proměnlivých, převládá u fytopatogenních bakterií tvar krátkých ovoidních nebo delších tyčinek, někdy kyjovitých. Jsou buď rovné nebo mírně zahnuté, na pólech většinou zaoblené, samostatné, po dvou, po případě v kratších řetízcích. Poměrně malý počet druhů vytváří formu kyjovitou, typickou pro rod *Corynebacterium* Lehmann et Neumann.

Velikost bakterií se pohybuje většinou od 1 do 2 μ. Jsou ovšem druhy, které nedosahují ani 1 μ a naopak některé jsou delší než 3 μ. Při uvedené délce jsou většinou 0,3—1,3 μ široké čili poměr šířky k délce je asi 1:3 až 1:4, někdy méně, jindy více.

Také i velikost jednoho a téhož druhu bakterií je dosti variabilní. Tak na příklad délka buněk původce bakterijního vadnutí fazole — *Corynebacterium flaccumfaciens* (Hedges) Dowson podle Izrailského (1952) činí 0,6 až 3,0 μ.

V tekutých půdách jsou rozměry bakterií poněkud větší.

Kromě několika málo výjimek jsou některé bakterie menší než spory většiny hub.



16. a) Involuční formy bakterií, b) bakteroidy u hlízkových bakterií.

Struktura bakterijní buňky

Plasmatický obsah bakterijní buňky, cytoplasmu, jadernou hmotu, po případě s granulemi různého složení jako produkty metabolismu, uzavírá velmi jemná, tuhá, přitom však pružná buněčná stěna, udržující charakteristický tvar těla bakterie. Bez buněčné stěny by neexistovaly v tekutém prostředí bakterie jiného tvaru než kulovitého. Tyčinkovité a zvláště tvarově složitější bakterie by nutně v takových podmínkách pozbyly původního tvaru.

O existenci buněčné stěny se nejlépe přesvědčíme cytolysou bakterií v destilované vodě nebo působením antibiotik nebo některých chemických látek, např. 5% roztokem dusičnanu draselného. Obsah buňky se stahuje, předává vodu cytolysující kapalině a v některých částech se odděluje od buněčné stěny, která se tak stává patrnou. Avšak vyvolat jasnou cytolysu se v mnohých případech nepodaří.

Buněčná stěna je někdy patrnější u starých odumírajících buněk po kontrakci buněčného obsahu (obr. 17).

Zevně není buněčná stěna ostře ohraničena, ale rosolovatí a zvětšuje tím i objem bakterie.

K vnitřní straně buněčné stěny přiléhá vrstva fysikálně chemicky zhuštěné cytoplasmy s vlastnostmi polopropustné membrány, usměrňující pochody výměny látkové. Je to právě cytoplasmatická membrána, která při barvení přijímá tolik barviva, že mnohdy ztěžuje zjišťování struktury studovaných jedinců. Poněvadž při cytolyse bakterií se tato polopropustná membrána odděluje od buněčné stěny a pevně souvisí s cytoplasmou, lze ji spíše považovat za součást vlastní zahuštěné cytoplasmy, a ne za samostatnou buněčnou blanku.

Protoplasma bakterií není stejnorodou hmotou. Po pečlivém pozorování, ať již bakterií živých (v nativních bakterijních preparátech) nebo po předběžné fixaci a barvení bakterií usmrcených, zjišťujeme velmi často podstatnou rozdílnost v chování jednotlivých částí bakterijní hmoty. Tak na příklad v cytoplasmě nacházíme zrnka, tzv. granule, která při barvení poutají větší množství použitého barviva a stávají se tak proti méně obar-

17. a) Cytolysa bakterijních buněk, b) kontrakce plasmy.

venému organickému prostředí výraznějšími. Poněvadž granule v buňkách nejsou útvary trvalé, lze předpokládat, že jde skutečně jen o bakterijní zásobárny, tvořené volutinem. Proto jsou označovány jako volutinové granule. V cytoplasmě však granule nejsou jedinými útvary. U některých druhů tyčinkovitých bacilů nacházíme nezbarvené světlolomné spory, velmi důležité pro identifikaci bakterií, někdy i vakuoly, tuková, ale hlavně chromatinová tělíska, zvláště dobře patrná u velkých bacilů, jako jsou na příklad *Bacillus maximus buccalis* Miller nebo *Bacillus bütschlii* Schaudinn, která jsou ve formě kuliček roztroušena v celém plasmatickém buněčném obsahu.

Struktura bakterií je tedy v poměru k velikosti vlastního těla velmi komplikovaná.

Jádra bakterií

Otázka jádra bakterií zůstávala dlouho nerozřešena. Někteří badatelé se domnívali, že celá bakterijní buňka, poněvadž má velkou afinitu k jaderným barvivům, představuje jádro snad s velmi nepatrnou, mnohdy ani neprokazatelnou částí cytoplasmy. Jiní naopak hájili názor, že jádro u bakterií neexistuje a buňka je tvořena cytoplasmou, v níž jsou uzavřené různé útvary podobné jádru (volutinové granule, tuková tělíska apod.), které byly často za jádro považovány.

Názory většiny badatelů se shodují v tom, že bakterie nemají jádro morfologicky diferencované, nýbrž že jaderná hmota je rozptýlena v cytoplasmě, a to buď stejnoměrně (difusní jádro) nebo v několika chromatických zrnkách, v chromidiích.

I když v bakterijní buňce nenalézáme jasně formované jádro, jaderná hmota je v ní obsažena. Potvrzuje to Feulgenova nukleární reakce, která v buňkách dokazuje přítomnost jaderné desoxyribonukleinové (thymonukleinové) kyseliny. Jaderné kyseliny desoxyribonukleinové jsou ve stálém vztahu s basofilními ribonukleinovými kyselinami obsaženými v cytoplasmě bakterií. Basilní ribonukleinové kyseliny mohou výměnou látkovou zastřít jaderné součásti buňky.

Feulgenova metoda barvení jaderné hmoty:

1. Nátěr bakterií na podložním sklíčku fixujeme fixační směsí podle Karnua (složení: 60 ml absolutního alkoholu, 30 ml chloroformu a 10 ml ledové kyseliny octové) 10 minut.
2. Ponoříme do normální kyseliny solné, zahřáté na 60° C na 7 až 8 minut.
3. Přeneseme do Schiffova činidla na 3 hodiny. (Příprava činidla: 1 g basického fuchsinu za varu rozpustíme ve 100 ml destilované vody, zfiltrujeme a po ochlazení na 30° C přidáme 40 ml normální kyseliny solné. Do lahvičky z hnědého skla dáme 1 g kyselého siřičitanu sodného a přilejeme roztok fuchsinu. Po 24 hodinách se roztok odbarví a zůstane bezbarvý nebo slabě žlutý.)
4. Preparát opatrně oplachujeme v 1% roztoku kyselého siřičitanu sodného.
5. Oplachujeme vodou 30—40 minut.
6. Dobarvujeme 0,25% roztokem světlé zeleně 1—2 minuty.

Jaderná hmota se barví fialově, ostatní plasma je zelená.

Bičíky

Typickými orgány pohybu většiny pohyblivých bakterií jsou velmi jemné vláskovité útvary — bičíky, o délce 5—10 i více μ, 0,03 až 0,04 μ silné, viditelné pouze imersí světelného mikroskopu po předchozí impregnaci

a obarvení speciálními barvicími metodami nebo v zástinu. U zvětšených reprodukcí elektronovým mikroskopem se zdá, že bičíky vycházejí z cytoplasmy a pronikají buněčnou stěnou (Málek 1953).

Podle počtu a rozložení bičíků zařazujeme bakterie do těchto skupin:

1. monotricha — bakterie s jedním polárním bičíkem na jednom pólu,
2. amfitricha — mají na každém pólu po jednom bičíku,
3. lofotricha — bakterie jsou na jednom nebo na obou pólech opatřené shlukem bičíků,
4. peritricha — bakterie s bičíky rozloženými po celém povrchu těla,
5. atricha — nemají bičíků.

Některé bakterie nemají bičíky, a přesto vykazují svůj vlastní aktivní pohyb. V těchto případech je pohyb bakterií umožňován pravidelným vlnovitým smršťováním a zkrucováním bakterijního těla na povrchu živné půdy.

Vlastní aktivní pohyb bakterií je nutno odlišovat od pasivního Brownova pohybu, vznikajícího prouděním nebo nárazy okolní tekutiny.

Pouzdra

Bakterijní buněčná stěna u některých druhů nabývá zevně nápadného zvětšení různě silnou hlenovitou vrstvou, kterou označujeme jako pouzdro.

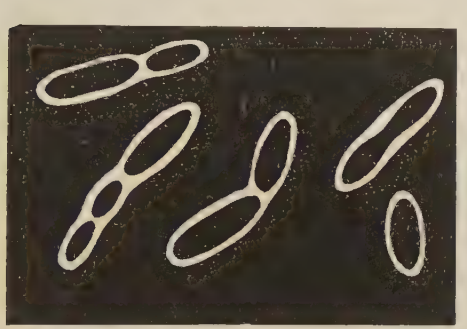
18. Různé uspořádání bičíků bakterií: 1. monotricha, 2. lofotricha, 3. peritricha. Podle Kroulíka a Hampla

Pouzdra jsou dobře patrna i v nebarvených preparátech jako širší nebo užší bezbarvý lem, který ostře láme světlo a obklopuje tmavší tělo bakterie (obr. 19).

Běžnými barvicími metodami jsou pravidelně nebarvitelná. Obarvují se anilinovými barvivy speciálními barvicími metodami (viz barvení pouzder v Bakteriologické technice, str. 566).

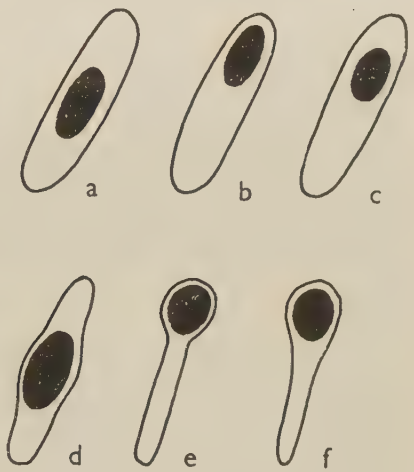
Vznik a význam pouzder není ještě dostatečně objasněn. Domníváme se, že pouzdrem se mikroorganismus chrání proti škodlivým vlivům prostředí, ve kterém žije, např. patogenní druhy proti účinkům protilátek vytvářených hostitelem; v mnoha jiných případech pouzdra mohou mít význam zcela odlišný.

Na povrchu některých mikrobů se mnohdy vytvoří tolik hlenovitých látek, že se jednotlivé organismy navzájem spojují v tzv. zoogleu. Jsou to různě velké rosolovité shluky dosti pevné konsistence. U *Streptococcus mesentericus* Trevisan vznikají v cukerných roztocích slizovité chomáče někdy až několik kilogramů těžké.



19. Negativní znázornění pouzder bakterií.

Podle Málka



20. Uložení spor: a) centrálně, b) terminálně, c) subterminálně, d) centrálně — typ klostridiový, e terminálně — typ plektridiový, f) terminálně — typ kyjovitý.

Spory

Některé tyčinkovité bakterie (čeleď *Bacillaceae* Fischer) tvoří spory, které jsou resistentní obzvláště vůči vysokým teplotám. Mohou se tvořit ve středu buňky (centrálně), na jednom konci buňky (terminálně) nebo v různé vzdálenosti od středu buňky (excentricky a subterminálně). Jejich velikost bývá větší nebo menší než průměr vlastní buňky a ani tvarově nejsou u různých druhů bakterií stejné. Při tvoření spor buňky zůstávají buď normální bez patrných změn vlastního těla, nebo nápadně zduřují. Zduřuje-li tyčinka uprostřed svého těla, mluvíme o sporách klostridiových (clostridium), je-li paličkovitě rozšířen její konec, pak jsou to spory plektridiové (plectridium) (obr. 20).

Spory vznikají u některých bakterií pohyblivých i nepohyblivých, jiným schopnost sporulace chybí.

Spory se nesnadno obarvují. Je nutno použít speciálních barvicích metod (viz Bakteriologická technika). Jakmile však jednou barvivo přijaly, nelze je tak snadno odbarvit. Vzdorují zejména odbarvujícímu účinku kyselin; označují se proto jako spory acidoresistentní. Stejně těžko se však odbarvují i alkoholem a zásadami. V preparátech neobarvených se vyznačují silným lomem světla.

Všeobecně lze říci, že se spory v kultuře objevují tehdy, když po předcházející dobré výživě se začnou bakteriím zhoršovat existenční podmínky. Hlavním činitelem zde nemusí být jenom nedostatek potravy, ale také nahromaděné škodlivé produkty výměny látkové, nedostatečná vlhkost prostředí apod.

FYSIOLOGIE BAKTERIÍ

Voda

Bakterie obsahují 80 i více procent vody. V suchém prostředí se obsah vody v těle snižuje, což zároveň souvisí se snižováním životních pochodů (výživy, růstu, rozmnožování). Ztrátou vody bakterie pozvolna přecházejí do úplného klidu a obnovují svou životní činnost teprve vhodnou úpravou prostředí nebo přenesením na čerstvý výživný substrát.

Některé mikroorganismy ve vysušeném stavu si velmi dlouho zachovávají životaschopnost, na příklad kefírová zrna (tělíska vytvořená kombinací mléčných bakterií a kvasinek) se dlouho uchovávají ve vysušeném stavu a oživují teprve po přenesení do mléka.

Schopnost bakterií překonávat nedostatek vody zjišťujeme metodou vysoušení studovaných kultur (viz Bakteriologická technika, str. 559).

Teplota

Každý organismus má teplotní minimum, optimum a maximum. Při minimální teplotě zůstává mikroorganismus ještě na živu, avšak životní pochody v jeho těle jsou omezeny na nejnižší možnou míru. Při dalším snížení minimální teploty vyšší organismy odumírají. U bakterií je to podstatně odlišné. Bakterie při určité, ať již příliš nízké nebo příliš vysoké teplotě omezují své životní pochody natolik, že jejich vitalita se zevně skoro neprojevuje. V takových případech mluvíme o latentním životě mikrobů, kteří se opět v příznivějších podmínkách vracejí k aktivní činnosti.

Nízké teploty však většina bakterií snáší tak lehce, že si zachovávají životaschopnost i ve zmrazeném stavu neurčitě dlouho. Je známo, že promrznutí dokonce až na -253^{0} C (teplota kapalného vodíku) bakterie nehubí. Větší vliv na životaschopnost mají prudké změny teploty při opakovaném tání a zmrazování.

Vysoké teploty bakterie snášejí mnohem hůř. Vyšší teploty, než je maximální teplota pro určitý druh, způsobují pozvolnější nebo rychlejší odumírání vegetativních forem, to jest mikroorganismů ve stavu aktivní životní činnosti. Proti vysokým teplotám v suchém prostředí jsou mikroby odolnější než v prostředí vlhkém.

Ve vlhkém teple bakterie hynou při $60-70^{0}$ C během třiceti minut. Spory jsou však proti vysokým teplotám mnohem odolnější. Již Pasteur

dokázal, že teplota vařící vody nezahubí všechny mikroorganismy a že právě bakterijní spory jsou i proti tak vysokým teplotám resistentní.

Spory *Bacillus mycoides* Flügge hynou ve vařící vodě po 10 minutách, *Bacillus subtilis* Cohn snese 100° C až 4 hodiny.

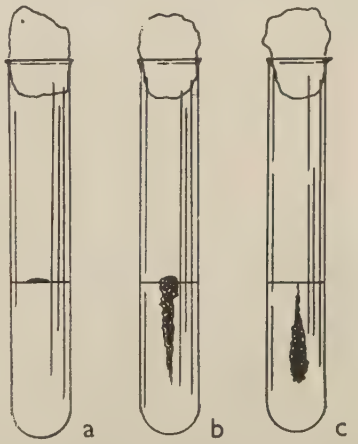
Prakticky platí, že při 120° C ve vařící vodě nebo proudící páře se každá spora usmrtí za 10 až 15 minut; živné půdy sterilisujeme v autoklávech, laboratorní sklo a nástroje sterilisujeme suchým vzduchem při 150° C půl hodiny.

Každý druh bakterií má teplotní optimum, které poskytuje nejlepší podmínky pro růst a rozmnožování. Patogenní bakterie savců mívají optimum mezi 35 až 39° C, patogenní bakterie ptáků 39 až 43° C, kdežto bakterie patogenní pro rostliny mají tepelné optimum podstatně nižší, kolem 23 až 30° C.

Je pochopitelné, že bakterie mají rozdílné nároky na teplotu. Bakterie, kterým vyhovují teploty nižší, nazýváme psychrofilními; nejlépe rostou od 0 do 10° C (*Proteus vulgaris* Hauser, *Pseudomonas fluorescens* Migula). Některé psychrofilní bakterie rostou i pod 0° C (bakterie žijící v mořské vodě, kde se vyšší koncentrací rozpuštěných látek snižuje bod mrznutí vody pod bod mrazu).

Nejpočetnější skupinu tvoří bakterie mesofilní, jež rostou mezi 10 až 40° C. Pěstují se obyčejně při tzv. pokojové temperatuře nebo při mírně zvýšené teplotě v termostatech.

Třetí skupinou bakterií, pokud jde o nároky na teplo, jsou bakterie termofilní, které mnohdy, i když nepatrně, rostou i při teplotě nad 70° C. Např. u *Bacillus losanitchii* Bergey et al. je optimální teplota růstu 65° C, maximální 75° C.



21. Vztah mikroorganismů k vzdušnému kyslíku (schema): a - aerobní, b - fakultativně anaerobní, c - anaerobní.
Podle Šapošnikova

Vztah ke vzdušnému kyslíku

Bakterie se vůči vzdušnému kyslíku chovají značně rozdílně.

Aerobní mikroorganismy vyžadují k růstu kyslík; rostou na povrchu substrátů jako různé povlaky nebo blanky.

Bakterie, kterým přítomnost kyslíku škodí, se mohou vyvíjet na povrchu substrátu jen za nepřístupu vzduchu (ve vakuu) nebo v atmosféře inertních plynů. Rostou rovněž i v atmosféře s dusíkem, vodíkem nebo i vzduchem, z něhož byl předem odstraněn všechen kyslík. Bakterie rostoucí v prostředí bez kyslíku nazýváme obligátně anaerobními (obr. 21).

Jsou i takové mikroorganismy, které se chovají k přítomnosti nebo nepřítomnosti vzduchu více méně lhostejně. Na příklad některé bakterie mléčného kvašení se vyvíjejí na povrchu živného substrátu stejně dobře jako uvnitř, kam je přístup vzduchu ztížen. V takových případech mluvíme o mikroorganismech fakultativně anaerobních.

Růst bakterií na umělých živných půdách

Abychom mohli vedle morfologických vlastností bakterií studovat i vlastnosti kultivační a fysiologické, isolujeme bakterijní původce chorob na umělých živných půdách. Složení půd musí odpovídat požadavkům bakterií na výživu.

Tekutá prostředí jsou pro isolaci bakterií naprosto nevhodná. Růstem mikrobů se sloupec živné tekutiny sice kalí, ale není zde dokonalá kontrola o tom, zda zakalení pochází pouze od jediného naočkovaného druhu. Proto pro kultivaci čistých kultur se v bakteriologii dosti dlouho používalo půd tuhých, které však byly neprůhledné, a tedy ztěžovaly pozorování. Koch je v roce 1881 nahradil želatinou, tedy půdou také tuhou, ale navíc ještě průsvitnou. Poněvadž želatina taje při 25° C, což je teplota pro mnohé mikroby příliš nízká, byly o rok později čisté kultury bakterií pěstovány na půdách s agarem.

Agarová půda na rozdíl od želatiny má velikou výhodu v tom, že je za pokojové teploty i za teplot vyšších rosolovitě tuhá a rozpouští se teprve při teplotě blízké bodu varu. Želatina má proti agaru ještě tu nevýhodu, že je mnoha mikroorganismy peptonisována, rozpouštěna.

Poněvadž požadavky bakterií na výživu jsou značně rozdílné, odlišuje se do značné míry i složení kultivačních půd v mikrobiologii lékařské, zemědělské, průmyslové apod. V lékařské mikrobiologii se pracuje s půdami bohatými na dusík, to znamená, že půdy obsahují větší množství bílkovin, aminokyselin, kdežto na příklad v mikrobiologii kvasné mikroby vyžadují půdy s bohatým obsahem cukrů, alkoholu apod.

Pro studium látkové výměny bakterií používáme půdy synthetické chemicky přesně známého složení.

Půdy pro pěstování bakterií zhruba rozdělujeme na:

1. *Půdy základní*

a) Přirozené kultivační půdy. Přirozenou kultivační půdou pro mnohé bakterie je mléko, sterilní brambor, mrkev, chléb apod. Jsou to takové půdy, na nichž se pěstovaný mikrob za příznivých podmínek nejčastěji vyskytuje. V současné mikrobiologii jsou však většinou nahrazovány kultivačními půdami umělými.

b) Umělé kultivační půdy. Složení se řídí potřebou výměny látkové pěstovaných bakterií. Základní kultivační půdou je masopeptonový bujón, z něhož přidáním agaru připravíme masopeptonový agar. Z odvaru brambor opětovným přidáním agaru získáme bramborový agar. Mezi základní umělé kultivační půdy řadíme i masopeptonovou želatinu, kterou používáme hlavně k zjišťování proteolytické schopnosti bakterií.

Kultivační půdy přirozené i umělé jsou buď tekuté, nebo tuhé. Masopeptonový bujón je základní umělá tekutá kultivační půda, která se přidáním určitého množství agaru mění v kultivační půdu tuhou.

Tekuté půdy poskytují nejvhodnější podmínky pro množení mikroorganismů, a proto jich v praxi používáme všude tam, kde je nutno přítomné bakterie v krátké době silně rozmnožit.

Umělé půdy tuhé používáme pro isolaci jednotlivých druhů bakterií; rozlévají se buď do Petriho misek jako agarové plotny nebo do zkumavek jako šikmý agar pro rozmnožení čisté kultury bakterií, anebo konečně

ve vysoké vrstvě agaru k očkování bakterií vpichem. (Bližší viz Bakteriologická technika str. 552).

2. *Půdy zvláštní*

Růstové požadavky bakterií se mnohdy navzájem od sebe značně odlišují. Na principu různé výměny látkové a odlišných nároků na výživu určujeme a oddělujeme bakterie ze směsi několika jiných druhů.

V ochořelé tkáni rostliny nebo živočicha nenacházíme jen parasitní mikroby jednoho druhu, ale i příměs jiných znečišťujících organismů. K isolaci určitého mikroba v čisté kultuře využíváme někdy rozdílných fysiologických vlastností přítomných bakterií.

Abychom od sebe odlišili dva nebo více druhů čistých kultur isolovaných bakterií, naočkujeme je do řady zkumavek s peptonovou vodou s přídavkem určitého množství různých cukrů a indikátoru, nejčastěji bromthymolové modře. Na základě kvašení jednotlivých látek za tvorby plynu nebo kyselin sledované druhy navzájem od sebe odlišíme. Půdy použité k takovým účelům nazýváme půdami diagnostickými nebo rozpoznávacími; zachycují některý příznačný produkt výměny látkové rozdílný pro určité bakterie.

Jinou skupinou zvláštních půd jsou půdy výběrové čili vylučovací, elektivní. U nich určitým záměrným sestavením zamezujeme růst nežádoucích bakterií a naopak umožňujeme rozvoj jen jedincům vybraného druhu.

Zjišťování některých dalších fysiologických vlastností bakterií je uvedeno v Bakteriologické technice.

SYSTEMATIKA FYTOPATOGENNÍCH BAKTERIÍ

Zásady klasifikace

Bakterie byly nejdříve klasifikovány podle morfologických vlastností, pohyblivosti, tvoření spor apod. Brzy však bylo zjištěno, že tyto vlastnosti k druhovému odlišení nedostačují. Proto byly hledány další rozdíly, zejména fysiologické a kultivační, jejichž systematická hodnota by ještě doplnila znaky morfologické.

Z morfologických znaků jsou pro identifikaci bakterií důležité tyto vlastnosti: tvar a velikost bakterií (u tyčinkovitých forem i zakončení tyčinek), seskupení, schopnost pohybu, počet a umístění bičíků, jakož i schopnost sporulace a tvorba pouzder; tvoří-li některé tyčinkovité druhy spory, určuje se i jejich odolnost vůči vysokým teplotám, dále barvení podle Grama, které souvisí se zvláštnostmi buněčné stěny, apod.

Z kultivačních znaků si všímáme intensity a formy růstu bakterií v tekutých i tuhých živných půdách, např. v masopeptonovém bujónu vzniku různě silné blanky, v tekutém sloupci zákalu, po případě i sedimentu na dně zkumavek. Dále pozorujeme růst na masopeptonovém agaru a vytváření různých, mnohdy velmi charakteristických typů kolonií, charakteru okraje kolonií, jejich barvy, růstu kultury na šikmém agaru, na sterilních bramborových řízcích, a také růstu ve zvláštních synthetických živných půdách (Uschinskiho, Cohna, Fermiho). Stejně důležité je zachycení růstu bakterií na želatině a způsobu jejího ztekucování.

Z fysiologických vlastností bakterií je důležitý zejména jejich vztah k různým zdrojům výživy. Je nutno zjistit zdroj uhlíku, zejména schopnost bakterií využívat určitého druhu organických sloučenin nebo i kysličníku uhličitého. Dále se zjišťuje vztah k různým sloučeninám dusíku, využívání dusíku z bílkovin, peptonů, aminokyselin, amonných solí a dusičnanů.

Rovněž si všímáme i vztahu mikroorganismů ke vzdušnému kyslíku, povahy přeměněných a nahromaděných látek v živném prostředí (tvorby kyselin, plynů, sirovodíku, amoniaku apod.), stejně jako biochemického působení bakterií na jednotlivé součásti mléka, enzymatického působení na škrob (hydrolysa), resistence vůči vysoušení apod.

Při popisu bakterií si všímáme všech znaků, které mohou poskytnout přesné informace o jejich vlastnostech, sloužících k dokonalému určení a zařazení do systému. Již z výčtu výše uvedených znaků sledovaných u každého mikroba je zřejmé, že práce s určením studovaného druhu bakterie je velmi složitá a namáhavá a vyžaduje od mikrobiologa pečlivost a trpělivost.

Systémy bakterií a charakteristika důležitých rodů

Doposud není universální shody o jednotném systému klasifikace a bakteriologům je ponechána možnost použít toho systému, který pokládají za lepší. V současné době se používá dvou dosud nejlépe propracovaných systémů, Bergeyova (1948) a Krasilnikovova (1949).

Bergeyova klasifikace je více členěná a takřka nerespektuje fylogenetickou příbuznost rodů.

Rozdělení bakterií podle Bergeye (1948)

Řád I *Eubacteriales* Buchanan

podřád I *Eubacteriineae* Breed, Murray, Hitchens
podřád II *Caulobacteriineae* Breed, Murray, Hitchens
podřád III *Rhodobacteriineae* Breed, Murray, Hitchens

Řád II *Actinomycetales* Buchanan

Řád III *Chlamydobacteriales* Buchanan

Řád IV *Myxobacteriales* Jahn

Řád V *Spirochaetales* Buchanan

Bakterijní původci rostlinných chorob patří pouze do I. podřádu *Eubacteriineae*, který se dále člení do 13 čeledí a 64 rodů.

Následující přehled *Eubacteriineae* uvádí jednotlivé čeledě, skupiny a významnější rody, důležité pro zemědělství a fytopatologii.

Čeleď I *Nitrobacteriaceae* Buchanan

Čeleď II *Pseudomonadaceae* Winslow et al.

skupina I *Pseudomonadeae* Kluyver, van Niel
rod I *Pseudomonas* Migula
rod II *Xanthomonas* Dowson
rod IV *Acetobacter* Beijerinck
skupina II *Spirilleae* Kluyver, van Niel

Čeleď III *Azotobacteriaceae* Bergey, Breed, Murray

Čeleď IV *Rhizobiaceae* Conn

rod I *Rhizobium* Frank
rod II *Agrobacterium* Conn
rod III *Chromobacterium* Bergonzini

Čeleď V *Micrococcaceae* Pribram

rod I *Micrococcus* Cohn

Čeleď VI *Neisseriaceae* Prévot

Čeleď VII *Lactobacteriaceae* Orla-Jensen

skupina I *Streptococaceae* Trevisan
rod I *Diplococcus* Weichselbaum
rod II *Streptococcus* Rosenbach
rod III *Leuconostoc* van Tieghem
skupina II *Lactobacilleae* Winslow et al.
rod I *Lactobacillus* Beijerinck
rod III *Propionibacterium* Orla-Jensen
rod IV *Butyribacterium* Barker

Čeleď VIII *Corynebacteriaceae* Lehmann et Neumann

rod I *Corynebacterium* Lehmann et Neumann

Čeleď IX *Achromobacteriaceae* Breed

Čeleď X *Enterobacteriaceae* Rahn

skupina I *Escherichеae* Bergey, Breed, Murray
rod I *Escherichia* Castellani, Chalmers
skupina II *Erwineae* Winslow et al.
rod I *Erwinia* Winslow et al.
skupina III *Serrateae* Bergey, Breed, Murray
skupina IV *Proteae* Castellani, Chalmers
rod I *Proteus* Hauser
skupina V *Salmonelleae* Bergey, Breed, Murray

Čeleď XI *Parvobacteriaceae* Rahn

skupina I *Pasteurelleae* Castellani, Chalmers
skupina II *Brucelleae* Bergey, Breed, Murray
skupina III *Bacteroideae* Breed, Murray, Hitchens
skupina IV *Hemophileae* Winslow et al.

Čeleď XII *Bacteriaceae* Cohn

rod I *Bacterium* Ehrenberg

Čeleď XIII *Bacillaceae* Fischer

rod I *Bacillus* Cohn
rod II *Clostridium* Prazmowski

Charakteristika rodů Bergeyova systému, do kterých jsou zařazovány fytopatogenní bakterie.

Rod *Pseudomonas* Migula

Buňky jsou monotrichální, lofotrichální nebo nepohyblivé. Tvoří-li se pigmenty, jsou zelenavého odstínu, fluoreskující a ve vodě rozpustné. Až na několik málo druhů jsou gramnegativní. Rychle zkvašují glukosu, někdy s tvorbou plynu. Jsou inaktivní, pokud jde o fermentaci laktosy. Nitráty redukují buď na nitrity nebo na čpavek, často až na volný dusík. Některé druhy štěpí tuk a rozkládají glycidy. Jsou to patologické mikroby rostlin, které jsou v půdě i ve vodě; velmi málo druhů vyvolává onemocnění u zvířat. Některé druhy jsou slanovodní a jsou dočasně zařazeny k tomuto rodu, ačkoliv netvoří ve vodě rozpustný pigment.

Typový druh tohoto rodu je *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula.

Rod *Xanthomonas* Dowson

Buňky jsou monotrichální, se žlutým, ve vodě rozpustným pigmentem. Snadno stravují proteiny. Mléko obvykle alkalisují. Tvoří sirovodík. Asparagin nestačí jako jediný zdroj uhlíku a dusíku. Z mnoha disacharidů tvoří kyseliny. Jsou to nejhojnější fytopatogenní organismy způsobující nekrosy u rostlin.

Typový druh je *Xanthomonas hyacinthi* (Wakker) Dowson.

Rod *Agrobacterium* Conn

Malé, krátké tyčinky, které jsou typicky pohyblivé jedním nebo čtyřmi peritrichálními bičíky. (Jestliže mají pouze jeden bičík, pak je stejně obvyklý jak v laterárním, tak i polárním postavení.) Obvykle jsou gramnegativní. Na živných půdách netvoří plyn ani dostatečné množství kyseliny, kterou by bylo možno zjistit lakmusem. Na synthetických mediích může vytvářet dostatečné množství kysličníku uhličitého, takže kyselinu je možno zjistit bromthymolovou modří nebo bromkresolovou červení. Želatinu ztekucují velmi pomalu nebo vůbec ne. Volný dusík nevážou, avšak jiné organické formy dusíku (nitrátové nebo amoniakální soli) obvykle zužitkovávají. Optimální teplota růstu je 25—30° C. Vyskytují se v půdě nebo na kořenech a stoncích rostlin, kde vyvolávají hypertrofie.

Typový druh tohoto rodu je *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn.

Rod *Corynebacterium* Lehmann et Neumann

Jsou to štíhlé, rovné až slabě zahnuté tyčinky s nepravidelně zbarvenými částmi nebo granulemi. Na koncích mají často kyjovité zduřeniny. Buňky jsou hranaté a palisádově uspořádané. Jsou nepohyblivé s možnými výjimkami. Jsou grampositivní a variabilní, protože někdy jsou mladé i starší buňky gramnegativní. Granule jsou grampositivní. Obvykle jsou aerobní, vyskytují se však i druhy mikroaerofilní nebo i anaerobní. Katalasa je přítomná. Některé želatinu ztekucují; mohou nebo nemusí tvořit z nitrátů nitrity. Obdobně je tomu i se zkvašováním cukrů; bakterie zřídka vytvářejí velké množství kyseliny. Mnoho druhů oxyduje glukosu úplně až na kysličník uhličitý a vodu bez tvoření plynu. Některé patologické druhy tvoří silný exotoxin.

Tato skupina bakterií je v přírodě velmi rozšířena. Četné druhy parasitují na domácích zvířatech i lidech, jiné jsou u ptáků a hmyzu. Několik málo druhů patogenních pro rostliny je na rozdíl od ostatních členů tohoto rodu pohyblivých. V přírodě je ještě nacházíme v půdě a ve vodě, vyskytují se však také v mléčných produktech.

Typový druh tohoto rodu je *Corynebacterium diphtheriae* (Flügge) Lehmann et Neumann.

Rod *Erwinia* Winslow et al.

Jsou to pohyblivé tyčinky, které pro růst potřebují organické dusíkaté sloučeniny. Z různých cukrů tvoří kyselinu, někdy i plyn. U některých druhů počet rozkládaných uhlíkatých sloučenin je omezen a laktosa nemůže být fermentována. Mohou nebo nemusí ztekucovat želatinu a tvořit z nitrátů nitrity. Napadají pletiva rostlin a způsobují suchou nekrosu, nádory, vadnutí a měkké hniloby. V posledním případě propektinasa rozrušuje střední lamelu.

Typový druh tohoto rodu je *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.

Rod *Bacterium* Ehrenberg

Větší členitost Bergeyova systému byla provedena především na úkor dosavadního rodu *Bacterium*. Toto rodové jméno zůstalo omezeno jen pro druhy nesporulujících tyčinkovitých bakterií, které nenašly svoje umístění v některém z jiných rodů a jejichž zjištěné klasifikační vlastnosti často nedostačují k definitivnímu systematickému zařazení.

Typovým druhem tohoto rodu je *Bacterium triloculare* Ehrenberg, který však sám o sobě nemůže přesně charakterisovat a svými vlastnostmi zajistit přesné zařazení jiných druhů bakterií, i když také tyčinkovitých a nesporulujících.

Rod *Bacillus* Cohn

Jsou to bakterie tyčinkovitého tvaru, často uspořádané do řetízků. Sporangium (buňka obsahující sporu) se obvykle tvarově neliší od vegetativních buněk. Katalasa

je přítomná. Jsou aerobní. Povrch kolonií je obyčejně zvrásnělý. Na tekutých půdách tvoří blánu. Obvykle oxydují glycidy nebo proteiny; často produkují slabou kyselinu a nehromadí žádné typicky charakteristické produkty výměny látkové. V přírodě se vyskytují hlavně v půdě.

Typovým druhem tohoto rodu je *Bacillus subtilis* Cohn.

Rozdělení bakterií podle Krasilnikova (1949)

I. třída *Actinomycetes* Krasilnikov

II. třída *Eubacteriae* Stanier, van Niel

III. třída *Myxobacteriae* Heller

IV. třída *Spirochaetae* Stanier, van Niel

Původci rostlinných bakterios patří pouze do II. třídy *Eubacteriae*, která je dále členěna na 4 řády, 13 čeledí s 65 rody.

Z tohoto systému v přehledu uvádíme jen některé čeledě a rody nejdůležitější pro zemědělskou mikrobiologii.

I. řád *Eubacteriales* Buchanan

1. čeleď *Planococcaceae* Krasilnikov
2. čeleď *Pseudomonadaceae* Winslow et al.
   1. rod *Pseudomonas* Migula
   2. rod *Rhizobium* Frank
   3. rod *Acetobacter* Beijerinck
   4. rod *Thiobacterium* Lehmann et Neumann
   5. rod *Nitrosomonas* Winogradsky
3. čeleď *Bacteriaceae* Cohn
   1. rod *Bacterium* Ehrenberg
   2. rod *Chromobacterium* Bergonzini
   3. rod *Azotobacter* Beijerinck
   4. rod *Thiobacterium* Lehmann et Neumann
   5. rod *Photobacterium* Beijerinck
4. čeleď *Chlorobacteriaceae* Lauterborn
5. čeleď *Spirillaceae* Migula
6. čeleď *Bacillaceae* Fischer
   1. rod *Bacillus* Cohn (je rozdělen v 10 skupin)
   2. rod *Clostridium* Prazmowski

II. řád *Chlamydobacteriales* Buchanan

III. řád *Ferribacteriales* Krasilnikov

IV. řád *Thiobacteriales* Buchanan

Pro fytopatologickou bakteriologii jsou důležité pouze tři rody.

Rod *Pseudomonas* Migula

Jsou to gramnegativní, nesporulující tyčinky. Pohybují se jedním nebo více bičíky; některé druhy jsou nepohyblivé. Skoro všechny druhy vytvářejí pigmenty velmi pestrých barev. Mnohé druhy tvoří fluoreskující zelenožlutý pigment, kterým zabarvují živnou půdu. Tvorba tohoto pigmentu je pro rod *Pseudomonas* charakteristická. Rozmnožují se dělením. Rozkládají bílkoviny, buničinu, glycidy za tvorby plynu. Nitráty redukují na nitrity, často na amoniak, po případě až na volný dusík. Jsou aerobní, ale také anaerobní.

V přírodě se vyskytují ve vzduchu, vodě i v půdě. Některé druhy žijí i ve slané mořské vodě. Způsobují často různá onemocnění nejen u rostlin a zvířat, ale i u lidí.

Rod *Bacterium* Ehrenberg

Jsou to gramnegativní nesporulující tyčinky s peritrichálním obrvením. Některé druhy jsou nepohyblivé. Kolonie jsou rozmanitých tvarů, většinou bezbarvé. Fysiologické vlastnosti tohoto rodu jsou velmi rozmanité. V přírodě je nacházíme ve vodě, v půdě, na organických zbytcích. Žijí saprofytně, mnohé parasitují na rostlinách, zvířatech i člověku.

Rod *Bacillus* Cohn

Jsou to grampositivní tyčinkovité organismy, pohybující se peritrichálně uspořádanými bičíky. Tvoří spory. Rozmnožují se dělením. Fysiologické vlastnosti jsou značně rozmanité, závisící na jednotlivých druzích a vlastním prostředí. V přírodě jsou rozšířeny ve vodě, půdě, organických zbytcích a některé druhy parasitují na zvířatech a lidech.

Podle některých autorů způsobují i choroby rostlin.

Dowson (1949) zařazuje dosud známé fytopatogenní bakterie do čtyř rodů: *Bacterium, Pseudomonas, Xanthomonas* a *Corynebacterium.*

Rod *Bacterium* (Ehrenberg) Dowson

Jsou to nesporulující tyčinkovité bakterie, gramnegativní, pohyblivé, s peritrichálně uspořádanými bičíky; coliformní bakterie mohou mít i nepohyblivé formy. Na šikmém živném agaru tvoří šedavé nebo průhledné povlaky souvislých kolonií, na sterilním bramboru krémové, později žlutavé povlaky kolonií. Ze salicinu v anorganickém mediu vytvářejí kyselinu nebo navíc ještě plyn. Typickým zástupcem je *Bacterium coli* Escherich.

U starších determinací jsou zařazeny některé druhy do rodu *Bacillus.* Toto rodové označení bylo však vyhrazeno podle usnesení II. mezinárodního kongresu mikrobiologů v Londýně (1936) jen pro tyčinkovité bakterie sporulující.

Rod *Pseudomonas* (Migula) Dowson

Jsou to nesporulující tyčinkovité bakterie, gramnegativní, v mladé kultuře vždy pohyblivé pomocí 1—7 (průměrně 3) polárních bičíků. Na masopeptonovém a škrobovém agaru tvoří bělavý průhledný povlak, u většiny druhů s fluorescinem, na sterilním bramboru rostou krémově, později s nachovým zabarvením. Ze salicinu a laktosy v anorganickém mediu kyseliny netvoří, maltosu zkvašují jen velmi zřídka. Typickým zástupcem je *Pseudomonas fluorescens* (Flügge) Migula.

Rod *Xanthomonas* Dowson

Jsou to nesporulující tyčinkovité bakterie, gramnegativní, pohyblivé jedním, zřídka dvěma polárními bičíky; při bujném růstu na glukosovém agaru nebo na sterilních bramborech tvoří žluté, slizovité kolonie. Většina druhů hydrolysuje škrob a zkvašuje laktosu. Ze salicinu v anorganickém mediu netvoří kyseliny. Typickým zástupcem je *Xanthomonas hyacinthi* (Wakker) Dowson.

Rod *Corynebacterium* Lehmann et Neumann.

Jsou to grampositivní bakterie, nesporulující, nepohyblivé, podoby krátkých tyčinek, většinou kyjovitého tvaru. Výjimku tvoří některé kmeny bakterií s jedním nebo dvěma polárními bičíky, jako na příklad u druhu *Corynebacterium flaccumfaciens* (Hedges) Dowson, umožňujícími pohyblivost mikroorganismu. Na umělých živných půdách rostou velmi pomalu i při optimální teplotě 22° C; kolonie se po naočkování objevují až po 3—4 dnech. Kolonie na dextrosovém nebo kvasnicovém agaru jsou bledě žluté barvy, která může později přecházet do hnědožluta nebo oranžova. Zabarvení je nápadnější zespodu. V glycidech nevytvářejí plyn a jejich reakce na katalasu je positivní. Barví se intensivně Gramem. Typický zástupce je *Corynebacterium diphtheriae* Lehmann et Neumann.

Grampositivní bakterie velmi zřídka vyvolávají choroby rostlin. Nejznámější je kroužkovitost brambor, jejímž původcem je *Corynebacterium sepedonicum* (Spiekkermann et Kotthoff) Skaptason et Burkholder.

BAKTERIE JAKO PŮVODCI CHOROB ROSTLIN

Podíl bakterií na infekčních chorobách rostlin

Podle Brauna a Riehma (1945) je ze 162 hospodářsky důležitých infekčních chorob kulturních zemědělských rostlin střední Evropy pouze 12 chorob původu bakterijního; je to tedy 7 % z celkového množství. Proto ani škody na kulturních rostlinách působené bakteriemi se zdaleka nemohou vyrovnat škodám, které jsou způsobovány houbami a viry.

Škodlivost jednoho druhu bakterií není také za všech podmínek stejná. Rozšíření a škodlivé působení parasita závisí na klimatických podmínkách prostředí, ve kterém jsou rostliny pěstovány, na odolnosti jednotlivých odrůd apod.

Poněvadž bakterijní choroby jsou většinou přenosné semeny a sadbou, využívá se v poslední době k jejich potírání ve zvýšené míře antibiotik.

Typy bakterios

Symptomy chorob rostlin vyvolané fytopatogenními bakteriemi se v mnohém podobají symptomům způsobovaným houbovými parasity, viry, a v některých případech i poruchami fysiologickými. Tak na příklad rozpad parenchymu (hniloba způsobená enzymatickou činností) může být vyvolán některými houbami, jako na příklad druhy rodu *Sclerotinia* a *Pythium*, stejně tak jako bakteriemi *Erwinia carotovora* (Jones) Holland. Zpravidla je nutné mikroskopicky zjistit, zda jde o chorobu původu houbového nebo bakterijního; přítomnost mikroskopicky neviditelných virů může být určena jen speciálními přístroji a metodami.

Někdy ani pečlivým mikroskopickým vyšetřováním nelze zjistit přítomnost houbových hyf ani bakterií. Tak je tomu na příklad u hnědé skvrnitosti bobu, kde vlákna houby *Botrytis fabae* Sard. jsou jen velmi poskrovnu uvnitř onemocnělých pletiv. Rovněž u bakterijní nádorovitosti řepy *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn nelze bakterie na barvených řezech snadno zjistit a z pletiv isolovat, poněvadž žijí z větší části při povrchu a při přípravě preparátů mohou být snadno smyty.

Symptomy rostlinných bakterios mohou být zhruba sestaveny do čtyř skupin podle povahy napadených pletiv a vyvolaných změn.

1. Rozpadají se parenchymatická pletiva, jak je tomu například u hniloby mrkve nebo černání bramborových stonků [*Erwinia carotovora* (Jones) Holland].

2. Ochoření je soustředěno na svazky cévní, zvláště na xylem, který bývá bakterijní masou ucpán, což se projevuje vadnutím rostlin, jako je tomu například u okurek (*Pseudomonas lachrymans* Smith et Bryan).

3. Bakterie zachvátí jak parenchym, tak i svazky cévní, takže se choroba stane systemickou, jako například bakteriosa fazole *Pseudomonas phaseolicola* (Burkh.) Elliott.

4. Konečně mohou být patogenním původcem stimulovány vnější vrstvy meristematických pletiv, které se abnormálně vyvíjejí a bujejí. Tak je tomu např. u rakovinných nádorů *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn.

AKTINOMYCETY

CHARAKTERISTIKA AKTINOMYCET

Aktinomycety jsou skupina mikroorganismů blízkých bakteriím, poněvadž nemají typická jádra. Tím se spolu s bakteriemi liší od hub. Stavbou těla se spíše podobají plísním. Celý organismus je tvořen silně rozvětvenou sítí dlouhých a tenkých, jindy tlustších vláken, v nichž nenajdeme přehrádek; je vlastně jedinou silně rozvětvenou buňkou. Na myceliu aktinomycet později vyrůstají sporonosné orgány, tzv. sporofory.

Na rozdíl od plísní, které mají vlákna podstatně silnější (5—7 μ, někdy až 10 μ), jsou vlákna aktinomycet velmi tenká (0,2—1,2 μ).

Zatímco bakterie (aerobní) rostou na povrchu substrátu, u aktinomycet dochází k diferenciaci těla, i když jednobuněčného, na tři zcela odlišné části. Část mycelia vrůstá do živné půdy, další se rozrůstá na povrchu a poslední část vytváří tzv. vzdušné mycelium, na němž se objevují sporofory různého tvaru, který je důležitým znakem pro identifikaci.

Tvar spor je rovněž různý (kulovitý, oválný, eliptický, tyčinkovitý nebo cylindrický). Spory se tvoří fragmentací (plasma sporoforu se rozpadá, vytvářejí se zaokrouhlené částice obdané vlastní blánou, které se později uvolňují — obr. 22) nebo segmentací (ve sporonosných větévkách se vytvoří přehrádky, podle nichž se větévka rozpadne, spory se zaoblí a uvolní — obr. 23).

Rovněž tvar sporoforů je různý a závisí i na složení živné půdy. Krasilnikov (1953) uvádí, že na příklad spirální sporofory se u aktinomycet nevytvářejí na všech půdách. Stavba sporoforů se nejzřetelněji projevuje při růstu na synthetických půdách s minerálními zdroji dusíku. Proto při studiu jejich systematických znaků doporučuje užívat synthetických půd.

V kultuře jsou aktinomycety buď bezbarvé nebo pigmentované. Typicky jsou zbarveny opět při růstu na synthetických půdách. První skupina netvoří při růstu pigmenty (jsou bezbarvé, bělavé), pigmentované aktinomycety jsou modré, fialové, žluté apod. Biologický význam pigmentů není dosud objasněn.

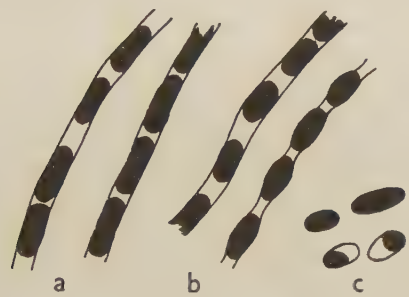
Celkově můžeme říci, že aktinomycety jsou saprofyti, kteří v přírodě jako zdroje výživy využívají různých rostlinných i živočišných zbytků a jako zdroje dusíkaté výživy dovedou využít organických i anorganických sloučenin dusíku. Mnohé se dovedou přizpůsobit parasitnímu životu nejen na rostlinách, ale i na zvířatech a člověku.

Z rostlin parasitují hlavně na bramborách (obecná strupovitost brambor), řepě, ale i na paprice a jsou rozšířeny převážně na půdách se zásaditou reakcí.

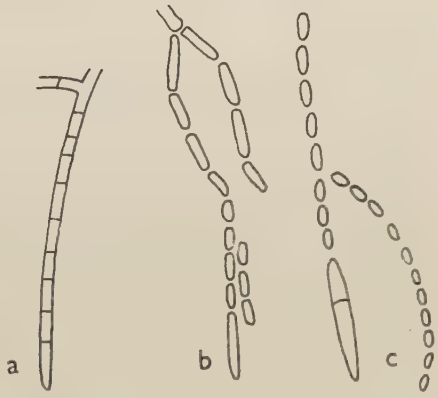
Mnohé z aktinomycet se vyznačují antagonistickými vlastnostmi, jak

např. Dölle (1954) zjistil u půdních aktinomycet, proti konidiím nebezpečné houbové choroby máku *Helminthosporium papaveris* Hennig, ale i proti některým původcům rostlinných bakterios. Na příklad je známo, že streptomycin brání vytvoření tumorů při infekci rostlin původcem bakterijní nádorovitosti *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn. V tomto směru jsou aktinomycety důležitým vyrovnávacím faktorem ve společenstvu půdní mikroflóry.

V laboratoři je pěstujeme na přirozených nebo umělých živných půdách. Z přirozených půd se používá sterilních bramborových řízků, sterilních mrkvových řízků (sterilisujeme u obou 30 minut při 115° C). Umělé půdy jsou buď organické (masopeptonový agar, masopeptonový bujón, peptonový bujón, Waksmannova půda, mladinkový agar, bramborový agar s peptonem, bramborový agar a další) nebo synthetické různého složení. Krasilnikov (1953) uvádí složení a přípravu čtyř běžně používaných synthetických půd.



22. Fragmentace: a) fragmentace plasmy uvnitř vláken, b) tvorba buněk, c) zralé fragmenty. Podle Krasilnikova



23. Segmentace: a) vlákno mycelia s příčnými přehrádkami, b) vlákno se rozpadá na samostatné buňky, c) buňky se při dozrávání zaokrouhlují. Podle Krasilnikova

V uvedených synthetických půdách je dusík obsažen ve formě dusičnanové nebo amoniakální. Jako zdroje uhlíku se používá různých glycidů, nejčastěji cukrů — glukosy, sacharosy, škrobu, laktosy aj., organických kyselin — mléčné, citrónové, octové, jablečné, jantarové. Uhlíkaté sloučeniny přidáváme v množství obvykle 2 %.

Stejně jako bakterie, tak i aktinomycety mají značně rozmanitou biochemickou činnost. Všechny se více nebo méně vyznačují proteolytickou schopností, různými fermentačními pochody, srážením krevního séra, kaseinu, bílkovin, z nichž v některých případech je uvolňován čpavek, sirovodík a jiné těkavé odporně zapáchající sloučeniny. Aktinomycety dále rozkládají uhlíkaté sloučeniny, a některé z nich i rostlinné a živočišné tuky.

Všestranné možnosti výživy aktinomycet umožňují jejich velké rozšíření v přírodě a dobře jim zabezpečují život i v prostředí poloshnilých zbytků, z nichž bakterie a plísně využily všechny snadno zužitkovatelné živné látky. Možno říci, že není organické látky, která by nebyla rozkládána některými aktinomycetami.

Většina aktinomycet je mikroaerofilních. Jen několik málo druhů je přísně aerobních nebo anaerobních.

Optimální teplota růstu se pohybuje v rozmezí 25—30° C, maximum růstu, až na několik výjimek, je při 35—38° C.

Všeobecně se aktinomycety nejlépe vyvíjejí v neutrálních nebo slabě alkalických prostředích. Vytvořené kolonie jsou pevné, různě utvářené a očkovací jehlou se nedají zachytit.

SYSTEMATIKA AKTINOMYCET

Řád *Actinomycetales* Buchanan (viz systémy u bakterií) zahrnuje organismy tvořící podlouhlé, obyčejně vláknité a větvené buňky. Hyfy nebývají tlustší než 1,5 μ; nejčastěji dosahují síly 1 μ nebo jsou ještě slabší. Tvoří typicky větvené mycelium, které je u tohoto řádu velmi důležitým systematickým znakem. Rozmnožují se sporami, oidiosporami nebo konidiemi.

Spory vznikají fragmentací plasmy uvnitř sporulujících hyf, oidiospory segmentací nebo jednoduchým dělením hyf přehrádkami podobným způsobem jako oidie pravých hub; konidie se vytvářejí jednotlivě na konci jednoduchých nebo větvených konidioforů.

Aktinomycety rostou na umělých půdách, vytvářejí dobře vyvinuté kolonie. Kolonie vyšších druhů mají mycelium diferencované na vzdušné a vegetativní. Vegetativní mycelium slouží k čerpání výživy ze substrátu, v němž je rozvětveno. Proto se mnohdy nazývá myceliem substrátovým. Vzdušné mycelium je tvořeno jemnými vlákny vyrostlými na povrchu kolonie, kde se tvoří reprodukční orgány.

Některé druhy vytvářeji pigment a zabarvují tak vzniklé kolonie nejrozmanitějšími barvami a odstíny. Část jich zůstává však bezbarvá nebo bílá. Některé druhy jsou parasitní, většinou však jsou saprofytní. Pokud jde o požadavky na teplotu, většina aktinomycet je mesofilní, jen některé druhy jsou termofilní.

Bergey (1948) rozděluje řád *Actinomycetales* Buchanan na tři čeledě s pěti rody.

Rozdělení aktinomycet podle Bergeye (1948)

Čeleď I *Mycobacteriaceae* Chester

rod 1 *Mycobacterium* Lehmann et Neumann

Čeleď II *Actinomycetaceae* Buchanan

rod 1 *Nocardia* Trevisan
rod 2 *Actinomyces* Harz

Čeleď III *Streptomycetaceae* Waksman et Henrici

rod 1 *Streptomyces* Waksman et Henrici
rod 2 *Micromonospora* Ørskov

Čeleď I *Mycobacteriaceae* Chester

Mycelium je jen spoře vyvinuté nebo vůbec chybí, nevytváří ani spory. Zahrnuje pouze rod *Mycobacterium.*

Rod 1 *Mycobacterium* Lehmann et Neumann

Druhy tohoto rodu jsou za studena obvyklými barvicími metodami špatně barvitelné pro voskovitou nebo tukovitou povahu buněčných stěn. Mikroby jednou obarvené však vzdorují odbarvovacímu účinku kyselin a kyselému alkoholu.

Čeleď II *Actinomycetaceae* Buchanan

Vytvářejí pravé mycelium. Vegetativní mycelium se rozpadá v částice podobné kratším tyčinkám nebo kokům. Obsahuje dva rody.

Rod 1 *Nocardia* Trevisan.
Tento rod, na rozdíl od druhů dalšího rodu, zahrnuje druhy aerobní.

Rod *Actinomyces* Harz

Zahrnuje druhy anaerobní.

Čeleď III *Streptomycetaceae* Waksmann et Henrici

Vegetativní mycelium se normálně nedělí. Má dva rody.

Rod *Streptomyces* Waksmann et Henrici

Spory jsou řazeny do řetízků. Vytvářejí různé, často i pestré pigmenty. V přírodě se nejčastěji objevují v půdě.

Rod *Micromonospora* Ørskov

Konidie se vytvářejí terminálně a jednotlivě na krátkých konidioforech.

Rozdělení aktinomycet podle Krasilnikova (1949)

Řád *Actinomycetales* Buchanan, na rozdíl od klasifikace Bergeyovy (1948), je podle Krasilnikova (1949) méně členěný. Obsahuje pouze dvě čeledě a tři rody.

Čeleď I *Actinomycetaceae* Buchanan

rod 1 *Actinomyces* Harz
rod 2 *Proactinomyces* Jensen

Čeleď II *Micromonosporaceae* Krasilnikov

rod 1 *Micromonospora* Ørskov

Čeleď I *Actinomycetaceae* Buchanan.

Výše organisovaní jedinci této čeledě mají dokonale vyvinuté mycelium, které je nerozpadavé; méně dokonalí jedinci mají jednoduché mycelium, jež se rozpadá. Mycelium je členěno na vegetativní a vzdušné. Kolonie jsou různého tvaru a na různých živných půdách bývají pigmenty pestře zbarveny. Rozmnožují se sporami, chlamydosporami a oidiosporami. Jsou aerobní i anaerobní. Vyznačují se silnou fysiologickou činností. Všechny druhy mají vysokou enzymatickou schopnost, která jim umožňuje získat výživu z nitrátů, nitritů, močoviny, bílkovin apod. Jako zdroje dusíku využívají mnohých dusíkatých látek podobně jako při osvojování uhlíku ze sloučenin uhlíkatých. Některé druhy parasitují na rostlinách, zvířatech i člověku. Jinak se vyskytují ve vodě a v půdě.
Krasilnikov (1949) u této čeledě ponechává dva rody.

Rod 1 *Actinomyces* Harz

Kultury s dobře vyvinutým, nepřehrádkovaným myceliem, které je rozlišeno na vegetativní a vzdušné. Na koncích sporoforů vzdušného mycelia se tvoří spory nebo uvnitř mycelia chlamydospory. Hyfa se vydouvá v místě, kde se vytvořila chlamydospora. Rozmnožování se děje i fragmentací. V přírodě jsou druhy tohoto rodu hojně rozšířeny v půdě a vodách tekoucích i stojatých; také na zvířatech a rostlinách, kde často parasitují a způsobují různá onemocnění rostlin, zvířat i lidí.

Rod 2 *Proactinomyces* Jensen

Kultury tvoří mycelium přehrádkované, rychle se rozpadající na tyčinky a koky. V prvních počátcích vývoje se druhy rodu *Proactinomyces* neliší od druhů rodu *Actinomyces;* teprve později, po 2 až 3 dnech, se v hyfách objevují přehrádky, načež

se hyfy rozpadají. Od mycelia rodu *Actinomyces* se liší tím, že se zde nevytváří vzdušné mycelium až na některé výjimky, kdy je mycelium na povrchu kolonie charakterisováno jemným sametovým povlakem sporoforů, které vyrůstají přímo z vegetativního mycelia.

Některé kolonie druhů rodu *Proactinomyces* se dotekem očkovací jehly rozpadají. Některé druhy tohoto rodu mají schopnost vytvářet pigment různých barev. Rozmnožují se sporami a oidiosporami, jež se tvoří na sporoforech. Stejně jako sporofory vzdušného mycelia, tak i vlákna vegetativního mycelia mohou vytvářet příčné přehrádky a rozmnožovat se rozpadem jednotlivých částí.

V přírodě je nalézáme hlavně ve vodě a v půdě.

Čeleď II *Micromonosporaceae* Krasilnikov

Tato čeleď obsahuje vesměs jednobuněčné mikroorganismy s buňkou bohatě rozvětvenou ve vlákna různé délky a bez příčných přehrádek. Mycelium není rozčleněno na vegetativní a vzdušné, jako je tomu u čeledi *Actinomycetaceae*.

Rozmnožují se konidiemi ojediněle se tvořícími na koncích konidioforů. *Micromonosporaceae* jsou aerobní a anaerobní. V přírodě se vyskytují v půdě, ve vodě, jen některé druhy zřídka kdy žijí parasitně. Tato čeleď má jeden rod.

Rod 1 *Micromonospora* Ørskov

Tvoří pouze vegetativní mycelium, které proniká do substrátu. Vzdušné mycelium se netvoří. Vytvořené kolonie srůstají pevně se substrátem. Rozmnožují se konidiemi. Na konci každého konidioforu, na rozdíl od jiných rodů řádu *Actinomycetales*, tvoří pouze jedinou konidii. Jsou-li konidiofory rozvětvené, vznikají útvary hroznovité. Vedle spor je u tohoto rodu známé i rozmnožování fragmentací mycelia. V přírodě se vyskytují v půdě a vyživují se vesměs saprofytně.

Aktinomycety parasitující na rostlinách patří do rodu *Actinomyces* Harz. Tento rod tvoří podle Krasilnikova na výživných půdách dobře vyvinuté mycelium s vlákny 0,5—0,8 μ, vzácněji 1,0—1,2 μ silnými. Sporofory jsou spirálkovité nebo rovné, na jejich koncích se segmentací vytvářejí řetězce spor rozčleněním plodonosných větví anebo fragmentací plasmy. Spory na čerstvém substrátu vyklíčí v nové mycelium.

Některé druhy vytvářejí uvnitř mycelia chlamydospory, které na výživném substrátu vyklíčí v nový organismus stejně jako i jednotlivé části vláken mycelia vzniklých rozpadem starých kultur.

U druhů rodu *Proactinomyces* Jensen nejsou doklady o patogenitě vůči rostlinám, stejně jako ani u další čeledě *Micromonosporaceae* Krasilnikov, zastoupené jediným rodem *Micromonospora* Ørskov.

Některé druhy rodu *Proactinomyces* žijí s rostlinami v symbiose, jako např. *Proactinomyces alni* (Peklo) Krasilnikov, který proniká do tkání kořenů olše a vytváří na nich nádory; podobně jako hlízkové bakterie dovede asimilovat vzdušný dusík a tím přispívá výživou svému hostiteli.

Variabilita aktinomycet je větší než u bakterií nebo hub. Pigmentující kultury často vytvářejí varianty bezbarvé nebo s jiným zbarvením a proměnlivost se projevuje i ve výživě. Určitý mikroorganismus dovede postupným přizpůsobováním využít i takové sloučeniny, které mu dříve výživu neposkytovaly. Mění se často i vztah k vzdušnému kyslíku. Původně anaerobní aktinomycety se poměrně rychle změní v aktinomycety aerobní nebo mikroaerofilní. Stejně je tomu i s aktivitou kultur apod.

Určení druhu a charakteristiku kultur zjistíme podle fysiologických, morfologických a kultivačních vlastností. U každého druhu je důležité určit strukturu vegetativních buněk, spor, schopnost produkovat pigmenty, stanovit zdroje dusíku, uhlíku a minerální výživy vůbec. Dále je nutné prostudovat enzymatické vlastnosti (rozklad celulosy, hydrolysu škrobu,

ztekucování želatiny), jakož i zvláštnosti organismů a podmínky, za kterých se charakteristické vlastnosti nejvíce projevují.

Teprve po zjištění těchto vlastnosti studovaného druhu je možné určitý mikroorganismus identifikovat a systematicky zařadit.

Literatura

Bergey's Manual of determinative bacteriology, 6th Ed., Baltimore 1948.

Braun H., Riehm E.: Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen. Berlin 1945.

Dölle H.: Über antibiotische Wirkungen von Actinomyceten des Bodens auf *Helminthosporium papaveris* Saw. Zentralbl. f. Bakt. u. Paras., Abt. II, 108: 127—133, 1954.

Dowson W. J.: Manual of bacterial plant diseases. London 1949.

Fjodorov M. V.: Mikrobiologija. Moskva 1949. Český překlad, Praha 1952.

Izrailskij V. P.: Bakterialnyje bolezni rastenij. Moskva 1952.

Krasilnikov N. A.: Opredelitel bakterij i aktinomycetov. Moskva - Leningrad 1949.

Krasilnikov N. A.: Aktinomycety antagonisty i antibiotičeskije veščestva. Moskva 1950. Český překlad ČSAV, Praha 1953.

Málek I.: Obecná mikrobiologie lékařská. Praha 1953.

Málek I.: O množení a pěstování mikroorganismů, zvláště bakterií. Praha 1955.

HLENKY

Hlenky čili slizovky, *Myxomycetes*, je skupina saprofytních nebo parasitních organismů bez chlorofylu, které ve stadiu vegetativním sestávají z nahé mnohojaderné masy protoplasmatu zvaného plasmodium, ve stadiu reprodukčním však vytvářejí spory.

Ze spory po vyklíčení vznikne jednojaderná améboidní buňka, která buď nemá bičík (myxaméba), nebo má 1—2 bičíky, vyrůstající vpředu (myxomonáda). Myxomonády i myxaméby jsou schopny karyokinetického dělení. Splynutím nebo seskupením myxaméb vzniká plasmodium buď pravé, kdy jednotlivé myxaméby úplně splynou v celistvou hmotu plasmodia, nebo nepravé čili agregační, v němž se jednotlivé myxaméby jen volně seskupí. Fruktifikační stadium tvoří spory vzniklé endogenně ve sporangiích nebo exogenně na sporoforech.

Příbuzenské vztahy hlenek k ostatním skupinám rostlinným, ba dokonce živočišným — k bičíkovcům (*Flagellata*) nebo kořenonožcům (*Rhizopoda*) byly předmětem dlouhých sporů a nejsou stále ještě jasné, stejně jako ani vzájemný vztah jejich řádů. Podle nejnovějších názorů byly primitivními předky této větve nahé neoblaněné organismy v koloniích, jež se v jednom stadiu svého života encystovaly. Z nich vznikly dvojbičíkovité myxaméby, jejichž bičíky jsou buď úplně nebo téměř zcela stejné a vlnivě švihají. Tento biflagellátní stav se udržel u rodu *Plasmodiophora*, který někteří řadí mezi hlenky. Myxomonády v řádu *Myxogastrales* mají sice jen jeden bičík, avšak dva blepharoplasty (basální zrnečka) svědčí o původních dvou bičících. V řádu *Labyrinthulales* nemá jeden rod bičík (*Labyrinthula*), druhý rod (*Labyrinthomyxa*) má myxomonády s jedním bičíkem. V řádu *Acrasiales* bičík úplně chybí. *Myxogastrales* jsou nepochybně z vývojového hlediska nejdále, a to ve tvorbě sporangií a kapillitia.

Poněvadž v plasmodiovém stadiu je organismus nahý, zoologové zařadili hlenky do kmene prvoků (*Protozoa*), třídy kořenonožců (*Rhizopoda*), a to řád *Labyrinthulales* do řádu *Proteomyxa*, ostatní řády do řádu *Mycetozoa*. Avšak okolnost, že fruktifikační stadium tvoří výtrusy jako u nižších rostlin výtrusných (Sporofyt), svědčí pro jejich charakter rostlinný, a poněvadž způsob rozplozování je rozhodující pro postavení organismů v soustavě, počítají botanici hlenky k rostlinám a řadí je do samostatného kmene *Myxophyta*. Dřívější badatelé je pokládali za houby příbuzné břichatkovitým (*Gasteromycetes*), neboť některá sporangia nebo aethalia řádu *Myxogastrales* jsou podobná malým pýchavkám, jako např. hojné naše druhy *Lycogala epidendrum* Fr. nebo *Fuligo septica* Gmel.

Rozdělení hlenek

I. Pravé plasmodium není vytvořeno, nýbrž jen plasmodium agregační.
1. Myxaméby si zachovávají samostatnost; saprofyti.
Řád Acrasiales

2. Myxaméby jsou spojeny dlouhými plasmatickými nitkovitými výběžky v řetízky nebo sítě; parasiti na vodních rostlinách.
Řád Labyrinthulales

II. Pravé plasmodium je vytvořeno.
1. Plasmodium makroskopické; saprofyti (vzácně parasiti) na rostlinných zbytcích.
Řád Myxogastrales

Mezi hlenky bývá zařazován řád *Plasmodiophorales*, u něhož je plasmodium mikroskopické, parasitující na cévnatých rostlinách (např. hlenka kapustová *Plasmodiophora brassicae* Wor.). Avšak systematické postavení tohoto řádu není ještě jasné; zůstává spornou otázka, zda má být fylogeneticky umístěn mezi primitivní plísně řádu *Chytridiales*, třídy *Archimycetes* (bývá pokládán za výchozí skupinu dvoubičíkatých typů *Saprolegniales*), nebo zda je bližší hlenkám; všechny nižší plísně mají totiž u rejdivých stadií jen jediný bičík. Poněvadž se v naší knize přidržujeme pojetí Gäumannova, zařadili jsme *Plasmodiophorales* mezi *Archimycetes*.

Acrasiales

Acrasiales je malá skupina asi 20 druhů, které žijí saprofytně na hnoji nebo opadalém listí a dřevě. Po vyklíčení spor vzniknou malé améboidní myxaméby, jež obsahují jedno jádro a jednu nebo více trávicích vakuol; jimi jsou stravovány bakterie nebo úlomky organického materiálu. Myxaméby se zvětšují a několikrát se rozdělí; dvojice kopulují a dávají vznik zygotám. Zygoty se shlukují ve skupiny větších útvarů, nepravých čili agregačních plasmodií (obr. 24), přičemž si zachovávají individualitu. Jejich samostatnost lze dokázat tak, že ponoříme agregační plasmodium do vody a vystavíme je tlaku nebo ostrému světlu; agregační plasmodium se rozdělí v původní jednotlivé buňky, které se mohou opět nahloučit. Při fruktifikaci se buď agregační plasmodium (u rodu *Guttulinopsis* Olive) rozpadne v přisedlá nebo jen krátce stopkatá klubíčka výtrusů (sori), nebo (u rodu *Dictyostelium* Bref.) lze pozorovat náznak tvorby sporoforů. Z agregačního plasmodia vznikne cylindrický nebo konický sorokarp, jehož basální část tvoří stopka z hexagonálních buněk (obr. 25), horní část se rozpadne v samostatné okrouhlé buňky, jež dají vznik chomáči výtrusů; ty vězí ve slizovitých kapkách (obr. 26).

Labyrinthulales

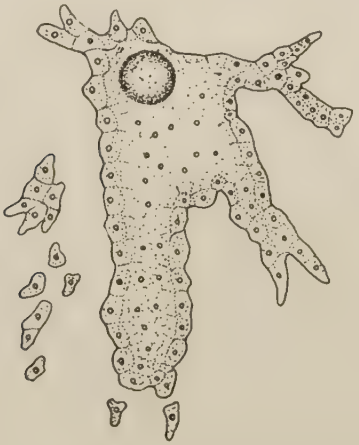
Je to málo známá skupina parasitních organismů, jež napadají řasy a jiné sladkovodní nebo mořské rostliny. Při klíčení se z každé spory uvolňuje jednoduchá nahá myxaméba s jedním jádrem a jednou trávicí vakuolou. Myxaméby se dále rozdělují a shlukují v provazovité útvary; apikální buňky tohoto útvaru vysílají tenké bezbarvé výběžky, filamenty, které jsou osmkrát až desetkrát delší než buňky. Filamenty splývají a vytvoří tak síťovitou dráhu, po jejíž vnější straně klouzají další buňky, až vznikne zvláštní plasmodium, zvané síťovité, v podobě řetízků nebo sít (obr. 27 a, b). Spory vznikají zakulacením a encystací myxaméb.

Myxogastrales

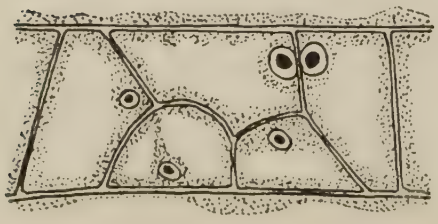
Řád *Myxogastrales*, nazývaný často *Myxogastres* nebo *Myxomycetes* v užším smyslu, je nejpočetnější ze skupiny hlenek: zahrnuje v 53 rodech asi 400 druhů. Jsou to saprofyti na rostlinných zbytcích, na ztrouchnivělém dřevě a listí; jen několik málo druhů je parasitních. Z výtrusů vyklíčí rejdivé buňky s jedním bičíkem — myxomonády; ty se dělí a ztrácejí bičík, čímž se mění v myxaméby, jež se pohybují panožkami — pseudopodiemi. Myxomonády i myxaméby jsou nahé, nemají blánu buněčnou, mají však po jednom zřetelném jádru. Po dalším dělení kopulují myxaméby po dvou a vytvářejí zygoty. Zygoty vyrostou a spojují se v pravé mnohojaderné plasmodium, jež je hyalinní nebo bílé či nejrůzněji zbarvené, a posunuje se po detritickém substrátu. K fruktifikaci dochází na tomto substrátu nebo v jeho blízkosti. Fruktifikační orgány jsou sporofory nebo sporangia, architektonicky a barevně často velmi složité.

Většina známých druhů žije v oblastech mírného klimatu, některé však jsou omezeny na tropy. Nejhojnějšího rozvoje dosahují hlenky u nás v červnu až říjnu, ač se mohou vyskytnout i v zimě. Nerostou souvisle v dlouhých údobích, ale obvykle se houfně objeví během týdne po dešti, který spadl v suchém období. Z území ČSR je dosud známo 98 druhů hlenek z řádu *Myxogastrales*.

Řád *Myxogastrales* se dělí na dvě skupiny: *Exosporeae*, obsahující jediný rod *Ceratiomyxa* Schroet., u něhož stopkaté spory vznikají na povrchu rosolovitých, parohovitě rozvětvených sporoforů, a *Endosporeae*, u nichž se výtrusy vyvíjejí uvnitř sporangií.



24. Agregační plasmodium u řádu *Acrasiates*.



25. Stopka a terminální chomáč výtrusů u druhů *Dictiostelium mucoroides* Bref.

26. Detail buněk na stopce u téhož druhu. Podle Olivera z Besseya

Rozdělení Endosporeae podle Listera (1925)

1. Spory fialově hnědé nebo nachově šedé. **Amaurochaetales**

   a) Sporangia obsahují uhličitan vápenatý (ve formě zrníček nebo krystalků). **Physariineae (Calcarineae)**

   b) Sporangia bez uhličitanu vápenatého. **Amaurochaetineae**

2. Spory jsou jinak zbarveny. **Cribrariales (Lamprosporales)**

   a) Vlášení (kapillitium) chybí. **Dictydiineae (Anemineae)**

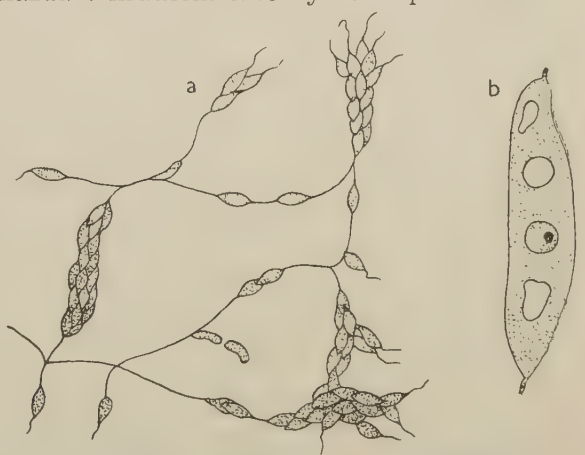
   b) Vlášení vyvinuto. **Calonematineae**

Endosporeae

Spora, myxomonáda, myxaméba. Spory hlenek jsou většinou kulovité, jejich stěny jsou složeny ze dvou vrstev: vnitřní hyalinní, vnější různě zbarvené a opatřené drobnými bradavkami nebo ostny, rýhami nebo lištami. V suchém prostředí si spory udržují klíčivost několik let (obr. 28a).

Stěna výtrusu, episporium, se roztrhne bobtnajícím obsahem, který se vysune (obr. 28 b) jako téměř průhledná kapka hmoty. Po několika minutách klidu se začne amébovitě pohybovat a krátce nato vytvoří bičík. Vzniklá rejdivá buňka čili myxomonáda (obr. 28 c) je hruškovitého tvaru, její vnitřní protoplasma je zrnité a obsahuje kontraktilní vakuolu a v úzkém konci jádro. Ve vodním prostředí se myxomonády pohybují vlněním bičíku a na souši se pohybují i amébovitě. Živí se organickým detritem, který obklopují jemnými pseudopodiemi v horní části těla a uzavírají do trávicí vakuoly, kde jej stravují. Není-li dostatečná zásoba živin, stáhnou myxomonády bičík a encystují se v kulovité útvary zvané mikrocysty. Za několik hodin po opuštění schránky spory se myxomonády začínají dělit, což se během následujících 3—4 dnů mnohokrát opakuje: nejdříve ztratí bičík a stáhnou se do elipsoidního tvaru, přičemž se jádro karyokineticky dělí; potom se buňky uprostřed zaškrcují a rozdělují ve dvě buňky dceřinné, z nichž každá v krátkém čase vytvoří opět bičík.

Po určité době ztrácejí myxomonády bičík a pohybují se pseudopodiemi — panožkami jako améby, nazývané zde myxaméby (obr. 28 d). Myxaméby se znovu dělí, kopulují po dvou a vytvářejí zygoty; ty se živí detritem, rychle rostou a splývají s jinými myxamébami. Tento pochod slévání se opakuje tak dlouho, až vznikne větší pohyblivá masa, zvaná plasmodium.

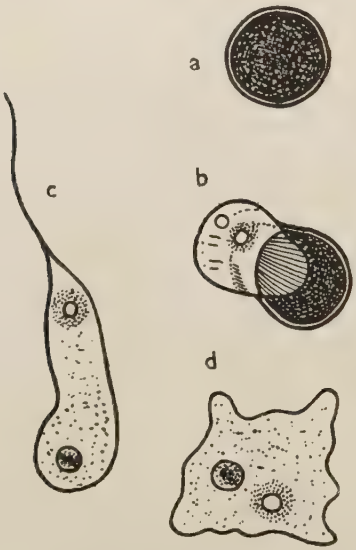


27. Síťovité plasmodium u řádu *Labyrinthulales*. Podle Yonga z Besseya 1950

Plasmodium. Plasmodium má četná jádra,

živí se organickými látkami a zvětšuje se. Může narůst do velikosti několika čtverečních centimetrů. Vnitřní struktura plasmodia se dá srovnat s říčním tokem, který se u ústí rozpadá v četná koryta a vytváří deltu (obr. 29); touto deltou se plasmodium posunuje kupředu. Ve velkém plasmodiu je více takových hlavních žil, jimiž proudí plasma střídavě dopředu a dozadu, čímž se celé plasmodium pomalu plazí po substrátu. Téměř všechna plasmodia jsou negativně fototaktická, tj. pohybují se od světla, a positivně hydrotaktická, tj. vyhledávají vlhká místa. K extraktu masitému, tříselnému, ke kyselině mléčné a jablečné jsou positivně, k cukrům a glycerinu jsou negativně chemotaktická. U skupiny *Calcarineae* lze nalézt v plasmatu plasmodia zrníčka uhličitanu vápenatého.

29. Vnitřní strukura plasmodia. Podle Cienkovskiho z Jahna 1928



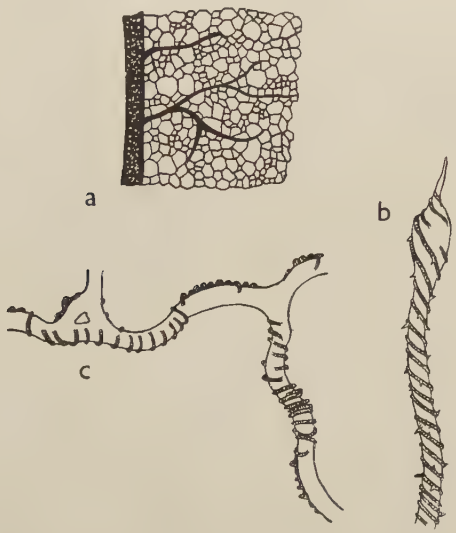
28. *Didymium difforme* Duby. a) spora, b) roztržená stěna výtrusu, c) myxomonáda, d) myxaméba. Podle Listera 1925

Plasmodia jsou většinou hyalinní nebo bílá, u mnoha druhů jsou nápadně zbarvena. U nižších skupin převládají barviva červená, u ostatních většinou žlutavá až žlutočervená. U skupiny *Lamprosporales* jsou plasmodia zbarvena tmavě: tmavomodře, tmavozeleně a černě.

Plasmodia se vyživují povětšině zbytky organických látek, nejčastěji se tudíž naleznou v lesích na vlhkých ztrouchnivělých pařezech, větvích, na listí, odumřelých lodyhách; některé druhy i na živých houbách z řádu *Hymenomycetes* (*Badhamia utricularis* Berk. na *Stereum hirsutum* Willd.) nebo živých lišejnících a mechách. Avšak i na zahnívající vlhké slámě a hnoji v polích, na záhonech v zahradách a v sadech, v pařeništích a sklenících lze nalézt plasmodia. Při nepříznivých podmínkách se plasmodium obaluje blánou a přeměňuje ve sklerocium.

V rostoucím plasmodiu vzrůstá i počet jader karyokinetickým dělením. Jádra plasmodia obsahují dvojnásobek chromosomů jako jádra myxomonád, což dokazuje, že při kopulaci myxaméb se spojují haploidní jádra myxaméb a vytvářejí diploidní jádro zygoty, jež pak přejde do plasmodia. Například u rodů *Physarum, Trichia, Arcyria* aj. bylo u myxomonád zjištěno 9, v plasmodiu 18 chromosomů.

Sporangium. Jakmile plasmodium vyčerpá zásobu potravy, dochází k fruktifikaci. Zprvu obvykle plasmodium opustí vlhké prostředí, kde se živilo, a odsune se na sušší exponované místo, jež často nemělo s jeho výživou spojení, např. na živé rostliny nebo kameny. Plasmodium vytvoří na povrchu blanitý obal, který dá vznik stěně (peridii) sporangia, spodní část se obvykle zužuje ve stopku, rourku, jíž protoplasma proudí, až se okolní žíly plasmodia vyprázdní. Stopky sousedních sporangií nebo přisedlá sporangia jsou na basi spojeny blánou zvanou hypothalus, která se vytvoří ze zbytků plasmodia. Sporangium je vyplněno výtrusy, jejichž rozhazování pomáhá systém hygroskopických vláken, zvaný kapillitium, často velmi složitě rozvětvených a skulpturovaných (obr. 30a, b, c). Jednoduchá volná nerozvětvená kapillitia se spirálami a ztluštěninami se nazývají elatery. Zrnka uhličitanu vápenatého ve skupině *Calcarineae* přejdou z plasmodia do sporangií, kde se uloží buď na stěně sporangia nebo ve zvláštních uzlících kapillitia nebo i ve stopce; mohou se usadit na vnější stěně peridie sporangia ve tvaru hvězdicovitých krystalů.



30. Vlákna capillitia.

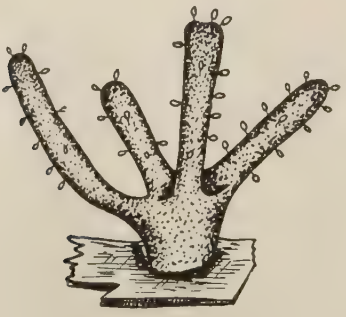
31. Stopkaté sporangium druhu *Stemonitis fusca* Roth. Podle Schroetera z Jahna 1928

Sporangia jsou přisedlá nebo stopkatá (obr. 31), jednotlivá nebo nahloučená, jejich peridie bývá složena z více vrstev a je obvykle velmi živých a nápadných barev (žluté, červené aj.). Sporangium puká nahoře otvorem nebo nepravidelně, otvírá se hvězdovitě (u rodů *Licea, Diderma*), nebo i víčkem (u rodu *Orcadella*). Sporangia často splývají a vytvářejí poduškovité útvary zvané aethalia, které jsou u některých druhů pravidlem. Z největší části jsou sporangia hlenek malá, ne více než 1 mm v průměru, a tak křehká, že mohou být deštěm poškozena.

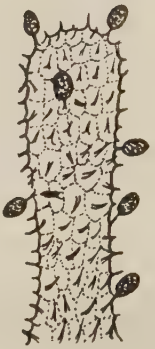
Tvorbě výtrusů předchází karyokinetické dělení jader, kde každé dceřinné jádro se stane jádrem výtrusu. Je to dělení redukční, při němž je počet chromosomů redukován na poloviční počet. Proto jsou jádra výtrusů a z nich vzniklých myxomonád haploidní. Při tvorbě výtrusů ve vznikajícím sporangiu se mnohojaderné plasma rozděluje v menší části tak dlouho, až obsahují po jednom jádru. Jádra těchto jednojaderných těles se karyokineticky rozdělují ve dvě jádra, z nichž každé přísluší jednomu výtrusu. Výtrusy vyloučí zbytky vody, leží pak ve sporangiu suché a volné a mohou se rozšiřovat větrem.

Exosporeae

U této skupiny se výtrusy vyvíjejí na povrchu sporoforů. Sporofory rodu *Ceratiomyxa* Schroet., jediného rodu této skupiny, jsou drobounké křehké bílé větvičky (obr. 32), které se naleznou na ztrouchnivělém dřevě. Bezbarvé elipsoidní výtrusy vznikají na jemných stopkách, které vyrůstají z povrchu sporoforů (obr. 33). Zralé spory se liší od spor skupiny *Endo-*



32. Sporofory rodu *Ceratiomyxa*. Orig. Vacek



33. Výtrusy rodu *Ceratiomyxa*, které vyrůstají na povrchu sporoforu. Orig. Vacek

sporeae tím, že obsahují čtyři jádra. Vývoj z klíčící spory přes rejdivou myxomonádu, myxamébu a plasmodium je analogický vývoji skupiny *Endosporeae*. Před tvorbou sporoforů se plasmodium nahloučí v poduškovitou kupu, z níž vyrostou parohovité větve; zahuštěné protoplasma na jejich povrchu vytváří obalnou vrstvu, která se stahuje a ztenčuje a vytváří mosaikovité jednojaderné buňky pokrývající horní část rosolovitého sporoforu. Toto mosaikové stadium brzy přechází do stadia tvorby výtrusů: z každé buňky vyroste stopkatý výtrus, jenž obsahuje jednoduché jádro, které se dvakrát karyokineticky rozdělí; tak vzniknou čtyři jádra zralého výtrusu.

Fytogeografické a ekologické poměry hlenek

Hlenky řádu *Myxogastrales* patří povětšině k druhům s eurytopními areály, tj. jsou kosmopolitické; to je podmíněno jejich ekologickými nároky a způsobem života, dlouhou klíčivostí spor, snadným přenášením výtrusů na velké vzdálenosti, nenáročností k substrátu, sklerociemi, takže

nemohou přispět k fytogeografické charakteristice květenného území. Rovněž pro svou nenáročnost a nespecifičnost k substrátu nemohou být spolehlivými indikátory stanoviště.

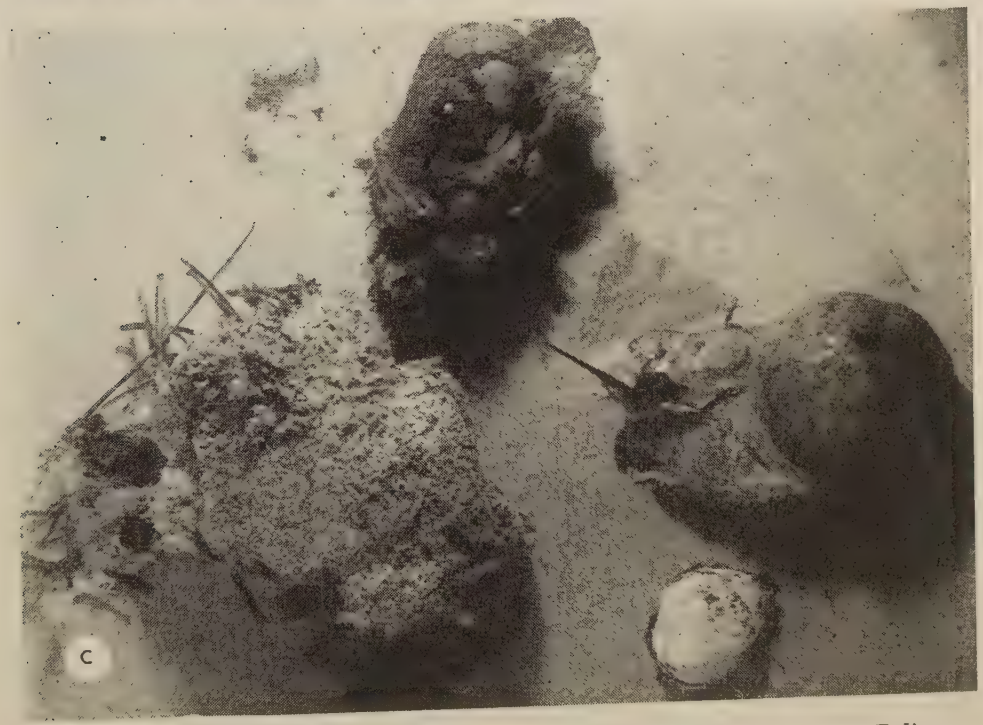
Smíšené lesy a porosty s hojnými organickými zbytky jsou nejvhodnější lokality pro růst hlenek. Lze zde hojně nalézt druhy rodů *Physarum, Didymium,* hnědé shluky sporangií rodu *Stemonitis,* nahloučené žluté kuličky druhů rodu *Trichia* nebo karmínová sporangia rodu *Arcyria.* Na hromadách listí se najdou sporangia rodů *Diachea, Physarum, Badhamia.* Na koželužském třísle roste plasmodium druhu *Fuligo septica* Gmel., jehož veliká, nápadně žlutočervená nebo bílá aethalia se často najdou i na pařezech. Plasmodium druhu *Badhamia utricularis* Berk. se vyživuje z živých chorošovitých hub, zejména druhů *Stereum hirsutum* Willd. a *Trametes versicolor* (L. ex Fr.) Pilát. *Physarum cinereum* Pers. se někdy vyskytne na trávníku v takovém množství, že jej zdeformuje; *Didymium trachysporum* G. Lister se objevilo na kožešinách králíků, *Physarum gyrosum* Rost. se našlo několikrát v pařeništích a ve sklenících, rovněž tak i *Fuligo septica* Gmel. a *Physarum muscorum* Berl., kde mohou škodit tím, že se jejich plasmodium plazí po klíčících rostlinkách a dusí je. Odstraní se měďnato vápenatou jíchou nebo sirným práškem. Krémově žlutá plasmodia a velká šedivě bílá aethalia druhu *Mucilago spongiosa* Morg. se vyskytují někdy ve velkém množství na listech a stéblech trav na pastvinách, zejména na podzim, a napadené seno je pro dobytek nepoživatelné.

Naše nejhojnější druhy hlenek

Tmavě červená sporangia druhu *Arcyria denudata* Wettst., krvavě červená druhu *Arcyria incarnata* Pers. a žlutá druhu *Arcyria nutans* Grev. jsou hojná na shnilém dřevě většinou listnatých stromů v lesích. Drobounké bílé parohovité sporofory *Ceratiomyxa fruticulosa* Macbr. jsou hojné na pařezech v lesích. *Diachea leucopoda* Rost. se sněhově bílými stopkami se vyskytuje na listí, přisedlá tmavě šedá sporangia druhu *Didymium melanospermum* Macbr., připomínající seménka máku, se najdou i na rašelině nebo na rostlinkách mechů [*Dicranum scoparium* (L.) Hedwig. aj.]. *Fuligo septica* Gmel. (obr. 35 c) je pravděpodobně nejrozšířenější druh; jeho dvě variety, var. *candida* Fr. s aethaliemi bílými a var. *rufa* Fr. s aethaliemi červeně okrovými, jsou hojné nejen na hromadách třísla, ale i v lesích na pařezech a listech. Veliká poduškovitá aethalia jsou obalena silně zvápnělou a křehkou kůrou. *Hemitrichia vesparium* Macbr. (obr. 35 a) tvoří husté chomáče tmavě karmínových válcovitých plodniček na ztrouchnivělém dřevě. Lesklá vejčitá žlutohnědá sporangia druhu *Leocarpus fragilis* Rost. (obr. 34 a) jsou hojná na jehličí, listech a kůře. *Lycogala epidendrum* Fr. (obr. 34 c) je náš hojný a nápadný druh, jehož velká šedá aethalia velikosti hrachu připomínají drobné pýchavky. Plasmodium tohoto druhu je korálově červené a je časté na ztrouchnivělých lesních pařezech. Při fruktifikaci se plasmodium, zprvu kruhovitě poduškovité, začne roztahovat do délky a růžencovitě se odškrcují menší části podoby korálově červených pupenů. Ty se rozšiřují a mění tvar v kulovitý, jejich barva přechází přes červenohnědou k růžově šedé až špinavě šedé, typické barvě zralých aethalií. Velmi nápadný druh je *Mucilago spongiosa* Morg.; jeho rozsáhlá šedavě bílá aethalia podoby ztuhlé pěny

34. a) *Leocarpus fragilis* Rost., b) *Trichia varia* Pers., c) *Lycogala epidendrum* Fries., d) *Physarum cinereum* Pers.

a, c, d foto Vacek, b foto Prosecký



35. a) *Hemitrichia vesparium* Macbr., b) *Tubifera ferruginosa* Gmel., c) *Fuligo septica* Gmel.

Foto Vacek

36. *Diderma testaceum* Pers.
Orig. Vacek, foto Prosecký

pokrývají živé rostliny na loukách a pastvinách a často je deformují. *Physarum cinereum* Pers. (obr. 34 d) vytváří drobounká, 0,3—0,5 mm velká sporangia, která ve spoustách pokrývají listy nebo i živé rostliny, jež mohou znetvořit. V lesích je hojná *Stemonitis fusca* Roth. (obr. 31), tvořící husté skupiny fialově hnědých dlouze válcovitých sporangií na dlouhých stopkách. Maličké kulovité žluté plodničky má *Trichia varia* Pers. (obr. 34 b), běžná na zetlelém dříví a kůře stromů. *Diderma testaceum* Pers. (obr. 36) má přisedlá růžově bílá sporangia, jejichž stěna je složena ze dvou vrstev, z nichž vnější, připomínající vaječnou skořápku, se celá skládá z kulovitých zrníček uhličitanu vápenatého. *Tubifera ferruginosa* Gmel. (obr. 35 b) tvoří rezavě hnědé válcovité plodničky, hustě nahloučené do útvaru, připomínající včelí plástev s buňkami.

Literatura

Bayer A.: Botanika speciální, Jandův velký přírodopis všech tří říší, díl IV, Praha 1937.
Bessey E. A.: Morphology and taxonomy of *Fungi*, 1950.
Cejp K.: Houby I., Praha 1957.
Čelakovský L.: České Myxomycety, Praha 1890.
Hagelstein R.: The *Mycetozoa* of North America, New York 1944.
Jahn E.: Myxomycetes v Engler-Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Band, Leipzig 1928.
Kursanov L. I., Naumov N. A., Krasilnikov N. A., Gorlenko M. V.: Opredelitel nizšich rastenij, Tom 3, Moskva 1954.
Lister A.: A monograph of the *Mycetozoa*, London 1925.
Lister G.: Mycetozoa, Proceed. of the Royal Irish Academy: 31. Part 63, 1912.
Wolf F. A., Wolf F. T.: The Fungi, New York 1947.

HOUBY

ÚVOD

Pojem hub

Jako houby (*Fungi, Mycetes*) se označují rostliny stélkaté (*Thallophyta*), které nemají chlorofyl. Mezi rostliny stélkaté bez chlorofylu patří i většina bakterií a hlenky. Dříve se také bakterie, hlenky a houby spojovaly v jedinou skupinu hub, jak také nasvědčují názvy *Schizomycetes* (bakterie), *Myxomycetes* (hlenky). Dnes se však bakterie a hlenky od hub oddělují. Od bakterií se houby liší tím, že mají pravá jádra (to jest jádra s chromosomy a jadérkem — nucleolem); od hlenek se liší tím, že houby pravé nemají plasmodií, kterými se vyznačují hlenky.

Z hlediska funkce, kterou mají v přírodě, byly houby někdy chápány jako třetí organická říše. Bylo to tehdy, kdy se všechny organismy rozdělovaly na producenty, konsumenty a reducenty. K reducentům se zařazovaly houby, které nemají chlorofyl, nemohou tedy asimilovat a žijí z hotových organických látek, rozkládají je a uvádějí je v koloběh živin.

Z hlediska morfologie hub, hlavně jejich rozmnožování, navazují houby fylogeneticky na řasy; po svém vzniku však se dál samostatně vyvíjely. Protože houby vznikly asi z řas ztrátou chlorofylu, je nutno považovat je za rostliny a mykologii (nauku o houbách) za část botaniky, k níž se také mykologie vždy řadila, přes různé úvahy o houbách jako třetí organické říši.

Cytologické poměry při vývoji hub

Ve vývoji hub se rozlišují dvě cytologické fáze: 1. fáze haploidní (haplofáze, haplont)) o n chromosomech, 2. fáze diploidní (diplofáze, diplont) — o 2n chromosomech.

Přechod haplonta v diplonta se děje oplozením, při kterém vzniká jádro o 2n chromosomech. Přechod diplonta v haplonta nastává redukčním dělením, které redukuje počet chromosomů na polovinu. V sexuálním cyklu existuje tedy tento sled: haplont — oplození — diplont — redukční dělení — haplont.

Na haploidním vegetativním těle vznikají pohlavní orgány — gametangia a v nich se tvoří pohlavní buňky gamety. Mezi dvěma gametami dochází ke kopulaci, čímž vzniká zygota, která vyrůstá v diplont. Diplont tvoří gonotokonty, to jest orgány, ve kterých se odehrává redukční dělení.

Cytologické poměry u hub nejsou však zdaleka tak jednoduché, neboť zde přechod od haplofáze k diplofázi nebývá vždy tak bezprostřední, jak ukazuje uvedené přehledné schéma. U nižších hub sice dochází po splynutí obou pohlavních buněk (plasmogamie) bezprostředně ke splynutí obou

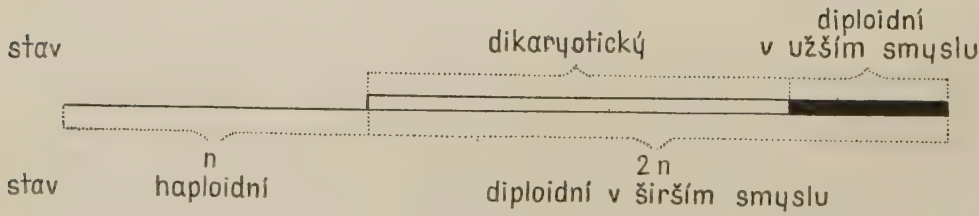
haploidních pohlavních jader (karyogamie) v diploidní jádro zygoty, v tzv. synkaryon, ale u převážné většiny hub je karyogamie časově posunuta až těsně před dobu, kdy nastává redukční dělení (k němuž ovšem dochází až po karyogamii). U vyšších hub je totiž oplozovací pochod rozdělen na plasmogamii, to jest splynutí plasmatů, a karyogamii, to jest splynutí jader; plasmogamie a karyogamie jsou od sebe prostorově a časově vzdáleny. Při plasmogamii dochází ke splynutí cytoplasmatů obou kopulujících buněk a k párování jader samčího a samičího pohlaví, čímž vzniká dvoujaderná fáze neboli dikaryofáze, která je vložena mezi plasmogamii a karyogamii. Houba během této fáze je dikaryofytem. Jaderný pár, vzniklý párováním samčího a samičího jádra, se nazývá dikaryon. Dikaryofáze a diplofáze nejsou tedy synonyma; dikaryofáze je zvláštním stadiem diplofáze a zaujímá v ní převážnou část. Hovoří-li se o tom, že splynutím jader dikaryonu vzniká stav diploidní, myslí se tím na stav diploidní v užším smyslu na rozdíl od stavu dikaryotického, který v širším smyslu je také stavem diploidním, neboť je to rovněž stav o 2n chromosomech (obr. 37). Zpravidla se sled jaderných fází označuje takto: stav haploidní, dikaryotický, diploidní.

U různých skupin hub jsou poměry různě modifikovány. Např. u některých hub neexistují gamety, u jiných se gonotokonty vytvářejí i bez oplození atd.

Vegetativní tělo hub

Vegetativní tělo u nejprimitivnějších hub (*Archimycetes*) je nahý jednobuněčný protoplast. U vyšších hub je vegetativní tělo většinou tvořeno vlákny, tzv. hyfami, jejichž buňky jsou obaleny membránou. Hyfy jsou mnohobuněčné nebo jednobuněčné, ale mnohojaderné (sifonální) a za určitých podmínek výživy mohou pučením pokračovat v růstu. Vznikají tak pučivé buňky, které jsou někdy nevhodně nazývány pučivými konidiemi. Za nepříznivých růstových podmínek se plasma jak v obyčejných hyfách, tak i v pučivých buňkách stahuje, zaokrouhluje a obaluje zvláštní tuhou membránou. Vznikají tak vytrvalé útvary zvané gemmy, které za vhodných podmínek opět vyrůstají v normální vegetativní tělo. Membrána hyf je chitinosní, u některých skupin hub i celulosní.

Jednotlivé hyfy probíhají samostatně nebo jsou navzájem propleteny. Soubor těchto hyf se nazývá podhoubí (mycelium). Ektoparasiti, vzácněji saprofyti, se připevňují k substrátu tzv. appresoriemi, tj. zvláštními rozšířeninami hyf, které vznikají mechanickým podrážděním v místě dotyku hyfy se substrátem. Obyčejně celé mycelium přijímá výživné látky; nicméně k této funkci se u některých hub vytvářejí zvláštní hyfy nebo



37. Schema haplofáze a diplofáze u hub.

výrůstky hyf, tak u saprofytů rhizoidy, u parasitů haustoria. Tyto útvary slouží někdy také jako upevňovací orgány.

Hyfy se v mnohých případech splétají a srůstají v kompaktní pletivo zvané plektenchym. Jestliže se jeho jednotlivé elementy dají ještě rozeznat, mluví se o plektenchymatické stavbě. Jestliže však jednotlivé hyfy a buňky ztratily svou individualitu, takže na příčném řezu jsou podobné buňkám pletiv vyšších rostlin — jsou isodiametrické a bez mezer, hovoří se o paraplektenchymu nebo pseudoparenchymu.

V nejjednodušším případě vytváří plektenchym hlízovité útvary, které přetrvávají nepříznivé životní podmínky a nazývají se sklerocia (*Sclerotinia, Claviceps*). Malá sklerocia se někdy nazývají bulbilly. Za vhodných životních podmínek vyrůstají sklerocia v mycelium nebo v plodnice. Jestliže plektenchym vytváří myceliové provazce, které na svém vrcholu rostou, ale zastávají i funkci sklerocií, nazývají se rhizomorfy (*Armillaria*). Nejvyššího stupně vývoje dosahuje plektenchym ve stavbě plodnic vyšších druhů v třídách hub vřeckatých a hub stopkovýtrusných.

Fruktifikační orgány hub

U třídy *Archimycetes* se u mnoha druhů celé vegetativní tělo přeměňuje ve fruktifikační orgán; takové houby se nazývají holokarpickými. U ostatních hub (*Eumycetes* od *Phycomycetes* výše) se jen část vegetativního těla přeměňuje ve fruktifikační orgány, kdežto druhá část zastává dále vegetativní funkce. To jsou houby *eukarpické*.

Produktem fruktifikačního procesu jsou výtrusy (spory). Spory jsou jednobuněčné nebo vícebuněčné jednotky, které se odpoutávají od mateřských rostlin a většinou vyrůstají v nová individua. Slouží převážně buď k propagaci (rozmnožování a rozšiřování), nebo k zachování houby v dobách nepříznivých životních podmínek (vytrvalé spory).

První skupina spor není závislá na změně jaderné fáze. V nejjednodušším případě tyto spory vznikají tak, že se hyfa rozpadne v jednotlivé buňky, z nichž každá může později vyrůst v samostatnou hyfu. Takové výtrusy se nazývají oidie. Další spory jsou význačné utvářením, formou, barvou a skulpturou. Jsou odškrcovány na obyčejných hyfách, u mnohých druhů však vznikají na útvarech, jež se morfologicky liší od obyčejných hyf (na zvláštních nosičích). Jestliže tyto nosiče spor vytvářejí spory endogenně, tj. uvnitř sporogenních buněk, jsou sporogenní buňky nazývány sporangiemi, nosiče spor sporangiofory. Jsou-li spory neoblaněné a mají-li pohyblivé bičíky, jsou to zoospory; jsou-li obaleny membránou a nepohyblivé, nazývají se aplanospory. Jestliže však nosiče spor odškrcují spory zevně (exogenně), nazývají se tyto nosiče konidiofory a jejich spory konidie. Zvláštní skupinou výtrusů s pevnými stěnami jsou chlamydospory a gemmy. Terminologie však je zde velmi nejednotná a při užití názvu chlamydospory nebo gemmy musíme mít vždy na mysli, jaký význam má určitý termín u určitého druhu.

U vyšších hub se konidiofory, respektive hyfy, které je vytvářejí, seskupují v rozmanité útvary. Mají-li tyto útvary podobu keříčků, jsou to koremia; jsou-li to plochá lůžka, pak se označují jako sporodochia a acervuli a pletivo, na kterém vznikají, se nazývá stroma. Někdy se konidie odškrcují v dutinách plektenchymatických útvarů (kulovitých,

čočkovitých, džbánkovitých), které se nazývají pyknidy a konidie se pak často označují jako pyknospory na rozdíl od konidií vznikajících volně.

Druhá skupina spor je závislá na změně jaderné fáze. Předchází-li jejich vzniku oplození, jsou časově vázány na počátek diplofáze. Jsou to pevně oblaněné zygoty, jako jsou zygospory a oospory u *Phycomycetes*. Předchází-li jejich vzniku redukční dělení, jsou vázány na konec diplofáze. Jestliže sporogenní buňky sloužící jako gonotokonty vytvářejí spory uvnitř (endogenně), jsou nazývány vřecka (asci) a jejich spory askospory. Tvoří-li se tyto spory zevně (exogenně) odškrcováním, nazývají se sporogenní buňky basidie a spory basidiospory.

Vřecka a basidie vytvářejí často souvislé vrstvy a vyvíjejí se na plodnicích nebo v plodnicích, které jsou u nejvyšších hub stopkovýtrusných bohatě diferencované (plodnice václavky, muchomůrky). Askospory a basidiospory jsou nazývány hlavní rozmnožovací formou, ostatní spory stopkovýtrusných (*Basidiomycetes*) a vřeckatých (*Ascomycetes*) se označují jako vedlejší rozmnožovací forma (nebo se hovoří o hlavním a vedlejším rozmnožovacím stadiu).

Sexualita hub

U hub, u kterých je vyvinuto pohlavní rozmnožování, se vyskytuje tento cyklus: haplont — diplont — redukční dělení — haplont. Ale není tomu tak u hub nedokonalých (*Fungi imperfecti*); zdá se, že houby nedokonalé mohou žít stále bez rekonstrukce jader, zůstávají ve stadiu haplonta a rozmnožují se jen vedlejšími rozmnožovacími formami. *Fungi imperfecti* jsou tedy houby, které nemají úplný vývojový cyklus. Ovšem jsou to i houby, které jsou zatím nedokonale prostudovány, u nichž je neznámo pohlavní rozmnožování, i když se třeba v přírodě vyskytuje. Jakmile se např. vřecka nebo basidie, které souvisí s danou houbou nedokonalou, poznají, pak se houba musí přeřadit do třídy *Ascomycetes* nebo *Basidiomycetes*.

U hub s vyvinutým pohlavním rozmnožováním je rozdělení pohlaví uskutečněno v haplontech, tj. ve stélkách, které jsou dvojího typu: 1. Stélka je smíšeného pohlaví čili neutrální (±), monoická, bisexuální, hermafroditní, homothalická; obsahuje obě pohlaví. 2. Stélka je jen jednoho pohlaví + nebo −, je dioická, heterothalická. Oplození může tedy u tohoto druhého typu nastat jen setkáním dvou rozličných stélek, stélky samčí se samičí; v takovém případě je tedy vyvinut sexuální dimorfismus, říká se, že stélky jsou heterogamické. Mnohdy nastává oplození setkáním + a − stélek, přičemž obě pohlaví jsou stejná, nejsou morfologicky odlišná; takové stélky se nazývají stélkami isogamickými.

Pohlavní pochod je u různých hub velmi rozmanitý.

Amphimixis — je nejjednodušší příklad, kdy splývají dvě pohlavní haploidní buňky. Těmito pohlavními buňkami mohou být buď gamety nebo gametangia.

Kopulace gamet. Jestliže pohlavní buňky vznikají jako dceřinné buňky z charakteristické buňky mateřské a samy jsou opět charakteristicky stavěny, nazývají se gamety a jejich mateřské buňky gametangie. Kopulace dvou takových specifických gamet se nazývá merogamie. Jestliže jsou gamety ekvivalentní, kopulace je isogamická; jestliže jsou gamety odlišné, kopulace je heterogamická a v tomto případě se pohyblivá

gameta nazývá spermatozoid (antherozoid) a gameta nepohyblivá je buňka vaječná.

K tomuto způsobu kopulace, který je vázán na vodní prostředí zevní nebo vnitřní, dochází u *Archimycetes* (*Synchytrium*), u většiny *Monoblepharidales* a *Blastocladiales*, u některých *Ascomycetes* (např. *Laboulbeniales*), u *Bryophyta, Pteridophyta, Cycadales, Gingkoales,* u živočichů a i u člověka.

Kopulace gametangií. Při vývoji hub je možno pozorovat, že u některých druhů nedochází k individualisaci gamet v gametangiích, gametangia přebírají funkci svých dceřinných buněk a jejich obsahy splývají. Místo pohlavního pochodu mezi dvěma sexuálními buňkami dochází k sexuálnímu aktu mezi dvěma sexuálními orgány. Takové a jiné sekundární oplozovací procesy nazýváme všeobecně deuterogamickými a zjev sám se nazývá deuterogamie. Je to způsob oplození u všech hub kromě těch, které kopulují gametami; vyskytuje se i u vyšších řas a u kvetoucích rostlin. Deuterogamická kopulace u hub souvisí s jejich přechodem ze života vodního k suchozemskému a nezávisí tedy na vodním prostředí; děje se na příklad u parasitů uvnitř pletiv hostitelů.

Kopulace, kde jako pohlavní buňky slouží gametangia, ve kterých nedošlo k individualisaci gamet, se nazývá gametangie. Je-li kopulace heterogamická, gametangium samčí se nazývá antheridium a gametangium samičí se nazývá oogonium (archikarpium, askogon). U holokarpických druhů vede gametangie ke splývání a zrušení dvou individuí, je tzv. hologamie.

Automixis — je způsob samooplození u vyšších hub vřeckatých, u kterých zanikla samčí kopulační větev (antheridium) a dochází k novým deuterogamickým pochodům, které se odehrávají mezi blízce příbuznými buňkami nebo jádry uvnitř samičí kopulační větve. Tyto sekundární oplodňovací pochody se odehrávají mezi dceřinnými buňkami stejné mateřské buňky nebo mezi jádry jedné a téže buňky. Vyskytují se tu dva případy: 1. parthenogamie — kopulace mezi dvěmi buňkami samičí kopulační větve [např. *Polystigma rubrum* (Pers.) *DC.*], 2. autogamie — splynutí jader v jedné a téže buňce (u některých *Pezizales*).

Pseudomixis se objevuje u takových druhů, u nichž sexuální orgány úplně zanikly a sexuální pochody se odehrávají mezi dvěma vegetativními buňkami. Protože se kopulující buňky žádnými morfologickými znaky neodlišují od ostatních vegetativních buněk, jejich zvláštní charakter se dá poznat pouze cytologicky podle tvorby jaderných párů. Rozlišují se zde tři případy: 1. pseudogamie, kdy obě kopulující vegetativní buňky nestojí navzájem ve zvláštním příbuzenském poměru (např. u různých rzí); 2. paedogamie, kdy dochází ke kopulaci mezi mladými a dospělými buňkami (u některých kvasinek); 3. adelphogamie, kdy mateřská buňka kopuluje se svou buňkou dceřinou (u různých kvasinek).

Apomixis — je maximální redukce sexuality, při které zaniká oplození. Rozmnožování se děje pouze vegetativně bez kopulace buněk nebo jader. Jestliže nová individua vznikají z pohlavních haploidních buněk, hovoří

se o parthenogenesi; vznikají-li z diploidních sexuálních buněk, hovoří se o apogamii (některé *Saccharomycetes*).

Výživa hub

Houby jsou organismy heterotrofní, neboť nemají chlorofyl a vyživují se organickými látkami vytvořenými jinými organismy. Žijí buď jako saprofyti, to znamená, že organické látky čerpají z odumřelých těl jiných organismů nebo z produktů, které živé organismy vylučují, anebo jako parasiti, to znamená, že organické látky ke své výživě získávají tím, že je odebírají živým hostitelům, na nichž nebo v nichž rostou. Mezi saprofytismem a parasitismem není často ostrá hranice. Mnohé druhy přecházejí z parasitického způsobu života do saprofytického a naopak.

Saprofyti žijí na nejrůznějších organických odpadcích, na mrtvolách rostlin i živočichů, ve vodách bohatých na organické látky, na trouchnivějícím dřevě atd. Někteří saprofyti žijí pouze na určitém substrátu; jsou to např. houby koprofilní (rostoucí jen na výkalech, jako *Ascobolus*, *Sordaria*), jiné se vyskytují jen na dřevě atd. Saprofytní houby rozkládají v přírodě organické odpadky, mění je v humus a vracejí půdě prvky, které z nich zelené rostliny vyčerpaly. Parasiti odnímají látky pro svou výživu živým hostitelům, na kterých parasitují. Jsou buď obligátními parasity, kteří dovedou čerpat organické látky pouze ze živého hostitele, anebo jsou fakultativními parasity, kteří se vyživují i saprofyticky. Parasiti jsou buď polyfágní, když cizopasí na různých hostitelích, anebo jsou monofágní, žijí-li jen na jednom druhu hostitele.

Parasitismus začíná v tom okamžiku, když houba vnikne do pletiv hostitele. Přitom musí být houba zajištěna vodou a nezbytnými živinami. To může nastat dvěma cestami: 1. Umrtvením buněk hostitele a získáváním výživy z mrtvých buněk. Parasit vytváří fermenty, zvláště pektinasu, která rozkládá střední lamelu, tím se buňky od sebe oddělují a potom zanikají nezávisle na tom, zda se vytvářejí či nevytvářejí toxické látky. Houba pak přijímá rozpuštěné živné látky. Tak vzniká např. hniloba plodů. Extrakty z pletiv napadených hnilobou působí stejně jako houby samotné. 2. Vytvořením vztahů mezi parasitem a hostitelem, při kterých parasit získává rozpuštěné živné látky bez nekrotického působení. Sem patří např. houby, které se projevují jako obligátní parasiti (*Uredinales*, *Erysiphaceae*, *Peronosporaceae*), ale i někteří fakultativní parasiti (*Ustilaginales*, *Exoascaceae*). Jsou to parasiti, kteří silně mechanicky pronikají, jejichž chemické působení je však poměrně slabé. Převážná část takových parasitů má mezibuněčné podhoubí, z něhož vnikají do buněk hostitele haustoria. Většina cytologů předpokládá, že stará haustoria jsou obdána vrstvou celulosy. Celulosa je tvořena buňkami hostitele, což ukazuje na obranný mechanismus hostitele, který však nemůže zabránit difusi rozpuštěných látek do haustorií. Haustoria se zpravidla dostávají až do kontaktu s jádrem buňky hostitele.

Vedle uvedených způsobů výživy je nutno ještě uvést, že mnohé houby žijí v symbiose se zelenými rostlinami.

PŘEHLED HUB

Houby se dělí na čtyři třídy: *Archimycetes, Phycomycetes* (plísně), *Ascomycetes* (houby vřeckaté), *Basidiomycetes* (houby stopkovýtrusné). Druhou, třetí a čtvrtou třídu shrnujeme někdy pod souborný název houby pravé — *Eumycetes*. Tohoto názvu se někdy používá jen pro *Ascomycetes* [nebo pro většinu *Ascomycetes* (*Euascomycetes*)] a *Basidiomycetes*.

V rozsáhlé skupině pravých hub (*Eumycetes*) se rozlišují tři třídy, které představují tři vývojové stupně v sebe přecházející. Jsou to *Phycomycetes, Ascomycetes* a *Basidiomycetes*. U *Phycomycetes* je diplofáze omezena na zygotu, při jejímž klíčení se odehrává redukční dělení; zygota je tedy zároveň gonotokontem a místem karyogamie. U *Ascomycetes* a *Basidiomycetes* zaujímá diplofáze (dikaryofáze) delší vývojový úsek než u *Phycomycetes* (plísně); přitom u *Basidiomycetes* zaujímá opět delší vývojový úsek než u *Ascomycetes*.

Ascomycetes a *Basidiomycetes* se vyznačují složitějším vývojem vegetativního těla a tím, že pohlavní pochod je rozdělen v plasmogamii a karyogamii, které jsou od sebe prostorově a časově vzdáleny. Závěrem dikaryofáze vzniká u *Ascomycetes* vřecko (askus) a u *Basidiomycetes* basidie. Vřecko a basidie jsou zároveň místy karyogamie a redukčního dělení (jsou však i výjimky; viz dole poznámku o rzích a snětech). Přitom vřecko je mateřskou buňkou askospor, které v ní vznikají endogenně. Basidie je mateřskou buňkou basidiospor a basidiospory se na ní tvoří exogenně.

Přehled tříd hub

1. Tělo je ve vegetativním stadiu nahé, neoblaněné.
Tř. Archimycetes

2. Buňky vegetativního těla jsou oblaněné.
Eumycetes

a) Místem karyogamie a redukčního dělení je zygota.
Tř. Phycomycetes

b) Místem karyogamie a redukčního dělení je vřecko.
Tř. Ascomycetes

c) Místem karyogamie a redukčního dělení je basidie.
Tř. Basidiomycetes

Poznámka. Co bylo řečeno o charakteristikách, platí jen v hrubých rysech, neboť při těchto stručných údajích nelze vyjmenovat detaily. Např. u rzí a snětí (*Basidiomycetes*) jsou místem karyogamie teleutospory a chlamydospory. Rovněž tak dělení na třídy a řády, čeledě atd., jak je uvedeno, není absolutní; jsou různé přechodné formy a každé rozdělení je nejenom výsledkem našich znalostí o přírodě a jejím vývoji, ale i výsledkem určitého pojetí. V našem zpracování se přidržíme v podstatě pojetí G ä u m a n n o v a (1949), jak bylo předem dohodnuto, neboť bylo nutno při koordinaci všech dílů vytyčit určité hledisko. G ä u m a n n o v y spisy jsou také u našich fytopatologů nejznámější. Prosíme, aby čtenář bral tyto okolnosti v úvahu, setká-li se v jiných knihách s jiným dělením a jiným pojetím.

ARCHIMYCETES

Archimycetes žijí jako parasiti uvnitř buněk (endobioticky) ochuravělých rostlin. Jejich tělo je ve vegetativním stavu nahé, není oblaněno a při rozmnožování se celé přeměňuje ve fruktifikační orgán.*)

Přehled čeledí

1. Zoospory mají jeden bičík.
   a) Z vegetativního těla vzniká zoosporangium.
      Čel. Olpidiaceae
   b) Z vegetativního těla vzniká sorus obsahující zoosporangia.
      Čel. Synchytriaceae
2. Zoospory mají dva bičíky.
   a) Bičíky jsou apikální, nestejně dlouhé (heterokontní).
      Čel. Plasmodiophoraceae
   b) Bičíky jsou postranní, stejně dlouhé (isokontní).
      Čel. Olpidiopsidaceae

K *Archimycetes* patří někteří velmi důležití parasiti. Je to např. *Olpidium brassicae* (Wor.) Dang. z čeledě *Olpidiaceae*, jež způsobuje padání klíčních rostlin brukvovitých. Do čeledě *Synchytriaceae* patří *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., způsobující rakovinu brambor, do čeledě *Plasmodiophoraceae* patří *Plasmodiophora brassicae* Wor., působící nádory na kořenech brukvovitých rostlin. Tyto druhy, jakož i jiní zástupci z *Archimycetes*, budou popsáni podrobněji ve speciální části, kde bude vyložen i jejich vývoj. Všimněme si nyní jen některých rysů z jejich rozmnožování a údaje si pak doplňme ve speciální části.

Ontogenetický vývoj u *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Vytrvalé výtrusy se dostanou rozpadem nádoru do půdy, kde přezimují, a na jaře vyklíčí v haploidní zoospory. Zoospory napadnou epidermální buňky oček bramborů a haploidní protoplast parasita se zde vyvíjí v letní sporu, z jejíž blány vylézá do sousedního prostoru plasma, která tu tvoří tzv. sorus, jenž se rozdělí na 5—7 zoosporangií. Z těchto zoosporangií se dostávají ven zoospory, které opět infikují buňky hostitele, a vývoj se opakuje, anebo zoospory kopulují, vzniká zygota, která způsobuje další infekci. Diploidní protoplast parasita se posléze obalí dvojitou blanou a vyroste ve vytrvalou sporu, která přezimuje (obr. 38).

PHYCOMYCETES

Phycomycetes, plísně, byly někdy nazývány řasohouby. Skutečně se také odvozují od řas a jejich vznik z řas je vysvětlován ztrátou chlorofylu. Některé jsou morfologicky podobné určitým řasám a vývoj mnoha jejich

---

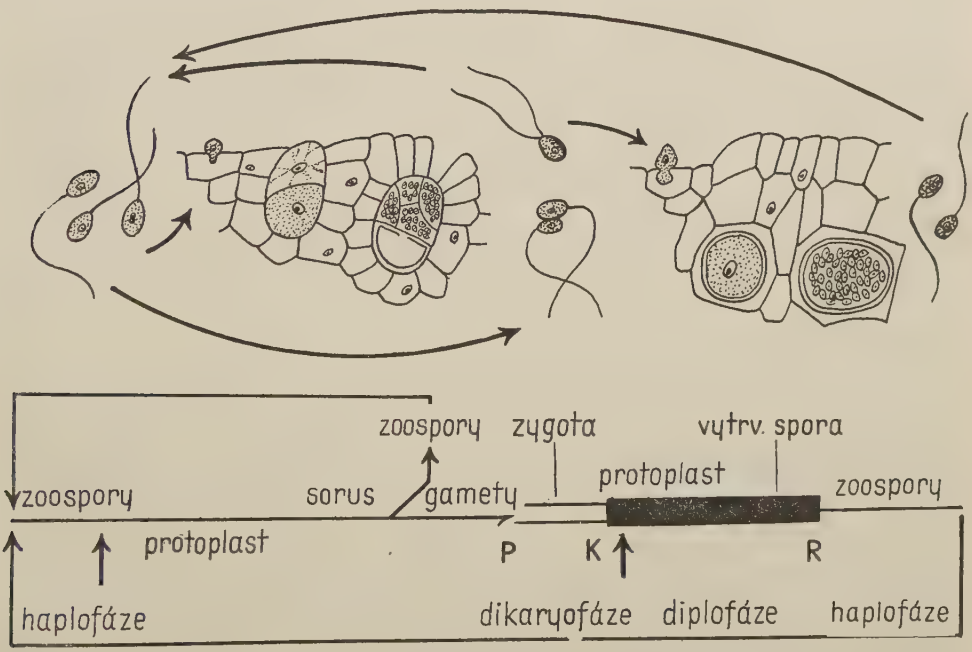
* Pozn. Tato charakteristika *Archimycetes*, jak ji uvádí Gäumann (1949), platí nejvíce pro ty zástupce, kteří jsou vlivem parasitismu nejredukovanější. Někde jsou vyvinuty i myceliové útvary a dochází k oblanění různých útvarů (kromě gamet a zoospor). U *Plasmodiophora* je pravé plasmodium, u *Olpidium* a *Synchytrium* není. *Archymycetes* jsou tak heterogenní směsí k sobě nepatřících a nepříbuzných organismů.

druhů odpovídá vývoji mnohých řas. (Protože jsou podobné řasám *Siphonales*, byly nazývány i *Siphomycetes* nebo *Siphonomycetes.*)

Tělo plísní je u nejnižších druhů tvořeno jedinou jednojadernou buňkou, u vyšších druhů je rozvinuto jako mycelium s mnohojadernými hyfami. Hyfy nemají zpravidla přehrádky, ale u nejvyšších zástupců jsou rozčleněny v jednojaderné nebo několikajaderné buňky, takže tělo plísní je pak vícebuněčné. Tělo plísní je většinou eukarpní, tj. nepřeměňuje se celé v rozmnožovací útvar, nýbrž člení se ve vegetativní systém a v rozmnožovací orgány.

Při nepohlavním rozmnožování vznikají sporangia a uvnitř se tvoří buď pohyblivé zoospory s bičíky nebo nepohyblivé sporangiospory bez bičíků. Jako následek přechodu z života ve vodním prostředí k životu suchozemskému lze na fylogenetickém vývoji plísní pozorovat přizpůsobování životu parasitnímu. Tímto přizpůsobováním a také působením jiných činitelů se ve sporangiích zastavuje tvorba spor a sporangia klíčí v myceliová vlákna. Tím se sporangia stávají sporami, konidiemi. Na takové konidie se tudíž můžeme dívat jako na přeměněná sporangia, i když v systematické literatuře jsou v popisech obyčejně označována jako konidie. V jednotlivých případech musíme mít ovšem vždy na zřeteli, o jaký útvar jde.

Při pohlavním rozmnožování se tvoří gametangia a gamety. Gametangia jsou často rozlišena v antheridia a oogonia, tj. v samčí a samičí kopulační větve. Nenajdou-li gametangia vyšších druhů ve vhodnou dobu partnera, hynou. U některých nižších druhů závisí na podmínkách výživy, zda se



38. Schema vývoje *Synchytrium endobioticum*: P — plasmogamie, K — karyogamie, R — redukční dělení.
Sestaveno podle Curtis 1921 z Roemer - Fuchs - Isenbeck 1938.

základ ve vegetativním těle plísně vyvine ve sporangium nebo gametangium. U některých jiných druhů nevznikají v gametangiích pohlavní buňky (gamety), které by kopulovaly, nýbrž kopulují gametangia. Pohlavní poměry se utvářejí různě a závisí na stupni fylogenetického vývoje druhu i na ekologických podmínkách. Výsledkem kopulace je zygota, která nabývá charakteru vytrvalé spory. Musíme zde ovšem rozlišovat zygoty, které vznikají kopulací dvou gamet, a zygoty, které vznikají kopulací dvou gametangií.

K plísním patří: *Chytridiales, Blastocladiales, Monoblepharidales, Oomycetes, Zygomycetes.* Podrobněji bude pojednáno jen o *Oomycetes* a stručněji o *Zygomycetes*; ostatní plísně nebudou probírány.

Oomycetes

Do *Oomycetes* patří čeledě *Saprolegniaceae, Peronosporaceae* a *Leptomitaceae.* Z nich bude popsána jen čeleď *Peronosporaceae.*

Mycelium *Peronosporaceae* je dobře vyvinuto a skládá se z rozvětvených hyf různého průměru. U saprofytních druhů roste mycelium jak uvnitř substrátu, tak i mimo substrát; u parasitních druhů se vyvíjí výlučně uvnitř substrátu a z něho vyrůstají ven jen konidiofory. U parasitních druhů je mycelium intercelulární. Haustoria vznikají jen u některých rodů (*Bremia, Plasmopara, Albugo, Peronospora* aj.). U nižších rodů, jako např. u *Pythium*, se vůbec žádná haustoria netvoří.

Se stoupající morfologickou diferenciací se tříbí i parasitní způsob života. *Pythium* a *Phytophthora* usmrcují napadené pletivo hostitele, kdežto některé druhy rodu *Peronospora* je dráždí k vytváření deformací a nadúřenin; také *Albugo* dráždí k hypertrofiím. Mycelium některých druhů těchto rodů vytrvává i v oddencích hostitelských rostlin a proniká pak vyrůstajícími prýty. Většina druhů rodu *Pythium* a *Phytophthora* je plurivorní (tj. žijí na více druzích hostitelů) a zástupci těchto rodů se dají pěstovat na umělých půdách. Přitom *Pythium* napadá většinou zástupce různých čeledí a *Phytophthora* se omezuje zpravidla jen na druhy téže čeledi. Naproti tomu druhy z rodů *Plasmopara* a *Peronospora* jsou obligátní parasiti, dají se pěstovat na umělých živných půdách za zcela výjimečných podmínek a jsou výrazně specialisovány na určité druhy nebo rody hostitelů.

Nepohlavní rozmnožování

K o n i d i o f o r y. Konidiofory jsou mateřské hyfy, na kterých vznikají konidie. Konidiemi nazýváme spory, které se odškrcují od konidioforů a jež vznikají nepohlavně. U čeledě *Peronosporaceae* by však bylo lépe mluvit o sporangiích a sporangioforech, jak bylo výše naznačeno a jak si ještě znovu připomeneme. Ustálený způsob nás zatím nutí hovořit o konidioforech a konidiích. U většiny rodů se konidiofory dostávají za hranice substrátu, ve kterém se houba vyvíjí (konidiofory prvního typu). Jsou buď málo morfologicky vyvinuté, připomínají hyfy mycelia a odškrcují terminální konidie, rostou pak po straně dále, starou konidii posunují stranou a terminálně vytvářejí novou konidii nebo často proliferují blánou staré konidie. Jejich růst je v podstatě neohraničený např. u *Phytophthora infestans* (M o n t.) d e B y. U většiny druhů (*Peronosporae*) jsou však konidiofory značně morfologicky osamostatnělé, liší se od hyf mycelia, často

se vyznačují zvláštním typem rozvětvení a po vytvoření konidií nemohou dále růst. Konidiofory druhého typu vznikají uvnitř substrátu, jak je tomu u rodu *Albugo*, kde se konidiofory tvoří pod pokožkou a jejich spory jsou v řetízcích. Pokožka se tlakem roztrhne a konidiové lůžko s konidiemi se obnaží.

Klíčení konidií. U některých druhů rodu *Pythium* vlévají konidie své plasma do měchýřků, které na nich vyrostou, a v nich se plasma rozpadne v zoospory; u jiných druhů téhož rodu klíčí konidie přímo v zoospory. U rodu *Phytophthora*, *Albugo*, *Sclerospora*, částečně u rodu *Plasmopara* zoospory vznikají většinou v konidiích, ze kterých zoospory vycházejí přímo ven. U některých druhů rodu *Plasmopara* klíčí konidie nepřímo v měchýřek nahé plasmy a ten v myceliové vlákno. U *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. konidie klíčí buď v zoospory nebo v myceliové vlákno (podle závislosti na vnějších podmínkách). Tak vidíme, že konidie klíčí v podstatě buď v zoospory nebo v myceliová vlákna.

Pohlavní rozmnožování

Jako sexuální orgány fungují antheridia a oogonia. Antheridia jsou samčí, oogonia samičí pohlavní orgány. Tyto orgány se tvoří, kromě u rodu *Pythium* a vodních a půdních rodů, výlučně v pletivu hostitelské rostliny jako terminální nebo interkalární zduřeniny hyf. V oogoniu je plasma nejdříve pravidelně rozděleno, ale později se diferencuje v centrální gonoplasmu, jež utvoří jádro buňky vaječné (oosféry), a jádra okrajové vegetativní periplasmy. Antheridium se přiloží na oogonium, jeho jádra proniknou stěnou oogonia a oplodní haploidní jádra oosféry, čímž vzniká zygota, která se pevně oblaní a stává se vytrvalou sporou (oosporou).

Klíčení oospor. U některých druhů rodu *Pythium* a *Albugo* klíčí oospora bezprostředně v zoospory, u jiných druhů rodu *Pythium* vyklíčí v krátce stopkaté zoosporangium, u *Plasmopara viticola* (B. et C.) Berl. et de T. klíčí v konidiofor s tzv. primární konidií; u *Sclerospora* a *Peronospora* snad vyrůstá přímo v myceliové vlákno, které vniká do hostitele nebo klíčí zoosporami. Klíčení oospor není však u převážné většiny známé, popisy nejsou vždy plně věrohodné.

Morfologické poznámky k jednotlivým rodům

Pythiae

Pythium

Druhy rodu *Pythium* jsou svým původem sladkovodní, ale mnoho z nich se přizpůsobilo životu ve více či méně vlhké půdě a z parasitů vodních rostlin se stali parasity rostlin suchozemských. Jejich parasitismus není obligátní, neboť již dost druhů bylo kultivováno na umělých živných půdách a snad je tato kultivace možná u všech. V přírodě zničí často svého hostitele a pokračují ve vývoji jako saprofyti na jeho zbytcích. Nejznámějším druhem je *Pythium debaryanum* Hesse, které je ubikvistem a je jednou z příčin padání klíčních rostlin.

Zoospory, které vznikají při klíčení konidií (vlastně zoosporangií), jsou obyčejně ledvinité a pohybují se dvěma bičíky. Staré popisy zoospor rodu

Pythium s jedním bičíkem, které se dlouho udržovaly i v ilustracích moderních knih, je nutno na základě nových pozorování nahradit obrázky zoospor se dvěma bičíky. U druhu *Pythium torulosum* Coker et Patterson vznikají nejdříve zoospory se dvěma apikálními bičíky. Tyto spory přetrvávají období klidu ve stadiu cytospor, ve které se přeměňují, a ty posléze vytvářejí zoospory druhé generace se dvěma laterálními bičíky. I spory druhé generace se encystují a po nějakém čase nepohyblivosti vytvářejí třetí generaci zoospor téhož typu.

Gemmy. U více druhů rodu *Pythium* se vyvíjejí zakulacené útvary, které slouží k přetrvání údobí klidu. Nazývají se gemmy, ale často se označují jako „konidie" a někdy jako „chlamydospory". Někdy se tyto útvary chovají jako normální sporangia a vytvářejí měchýřek, ve kterém vznikají spory (*P. elongatum* Matthews, *P. echinulatum* Matthews atd.). Gemmy jsou v takovém případě sporangiemi, jejichž vývoj se zastavil. Ale nejčastěji klíčí v jedno nebo více vláken. U některých druhů jsou gemmy ponořeny v myceliu, které je vytváří, nebo se oddělují od stélky, na které vznikly, stávají se tak rozšiřovacími orgány a klíčí v myceliová vlákna. Dají se pak přirovnat ke konidiím, čímž možno vysvětlit používaný název „konidie", kterým se gemmy někdy nazývají. U rodu *Pythium* se tento název zachovává, i když gemmy nemají charakter konidií; někdy se označují jako „konidiosporangia". Gemmy druhu *Pythium debaryanum* Hesse zůstávají ve stélce anebo se pak od ní oddělují.

Poznámky k pohlavnímu rozmnožování. Vzájemná poloha antheridia a oogonia je různá u jednotlivých druhů a často i u jednoho a téhož druhu. Např. se rozlišují antheridia diklinní a monoklinní. Diklinní antheridia jsou tehdy, když oogonia a antheridia vznikají na různých hyfách. Monoklinní antheridia jsou tenkrát, když oogonia a antheridia vznikají na téže hyfě; antheridium vzniká na stopce oogonia nebo přímo na stěně oogonia.

Phytophthora

Poznámky k nepohlavnímu rozmnožování. Jak již bylo řečeno, sporangia jsou často nazývána konidiemi. Je to vlastně nesprávné označení, neboť tyto konidie dávají vznik zoosporám anebo se mohou chovat jako gemmy, které klíčí v jedno nebo více vláken. Lépe by bylo tedy tyto konidie označovat jako sporangia a vlákna, na kterých se tvoří, nazývat sporangiofory; vžitý způsob však často hovoří o konidiích a konidioforech. U rodu *Phytophthora* sporangia (konidie) vznikají na vrcholu sukcesivních vláken, která obvykle zastavují svůj terminální růst (časté jsou proliferace sporangií). Po vytvoření sporangia (konidie) sporangiofor (konidiofor) se dále vyvíjí sympodiálně vytvořením nové fertilní větve, vznikající vespod každého sporangia.

Poznámky k pohlavnímu rozmnožování. Některé druhy jsou heterothallické. Jiné, jako např. *Phytophthora erythroseptica* Pethybr. a pravděpodobně *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, jsou monoické. U *Phytophthora infestans* je možný vznik oospor i nepohlavním způsobem: oogoniální větev, která nebyla nalezena samčí kopulační větví, se může parthenogeneticky vyvinout v oosporu.

Peronosporae

Z hlediska terminologického je možno říci, že o konidiích a konidioforech platí totéž, co bylo řečeno u rodu *Phytophthora*. U *Perenosporae* jsou také sporangia a sporangiofory, ale tyto názvy nejsou dosud vžity v systematické mykologii a ve fytopatologické literatuře.

Jako znaků k rozlišení *Peronosporae* od rodu *Phytophthora* se užívá rozvětvení sporangioforů (obvykle nazývaných konidiofory). Sporangiofory u rodu *Phytophthora* jsou labilní větve, mají naduřeniny a trochu ještě upomínají na obyčejné mycelium; vytvářejí sporangia postupně tak, jak pokračují v růstu. Sporangiofory *Perenosporae* se více liší od vegetativních vláken; jejich větvení je pravidelné a na vrcholu větví často vytvářejí sporangia stejného stáří. Po utvoření sporangií se sporangifory již nevětví (na rozdíl od rodu *Phytophthora*) a další sporangia nevznikají. *Perenosporae* jsou obligátní parasiti, žijí jen na živém hostiteli. *Pythiae* nejsou tak vyhraněnými parasity jako *Peronosporae*. Tak např. druhy rodu *Phytophthora* se dají pěstovat na umělých půdách a v přírodních podmínkách mohou část svého vývoje prodělávat v půdě jako saprofyti. Rovněž mnohé druhy rodu *Pythium* jsou saprofyti.

Albuginae

Albuginae podobně jako *Peronosporae* vytvářejí sporangie a sporangiofory, přesto i u nich se běžně používá názvů konidie a konidiofory.

Přehled podčeledí

Pythiae. Saprofyti, fakultativní parasiti. Rody: *Pythium, Phytophthora.*

Peronosporae. Obligátní parasiti. Konidie (sporangia) se odškrcují extramatrikálně na konidioforech (sporangioforech); vznikají jednotlivě. Patří sem rody *Sclerospora, Plasmopara, Peronospora, Pseudoperonospora, Bremia.*

Albuginae. Obligátní parasiti. Konidie (sporangia) se tvoří uvnitř hostitele. Vznikají v řetízcích v basipetálním pořadí na konci silných konidioforů (sporangioforů). Jediný rod *Albugo.*

Plasmopara viticola (B. et C.) Berl. et de T.

Jako podrobnější příklad vývoje z řádu *Oomycetes* bude popsán vývoj u druhu *Plasmopara viticola**) (podle Săvulesca 1941).

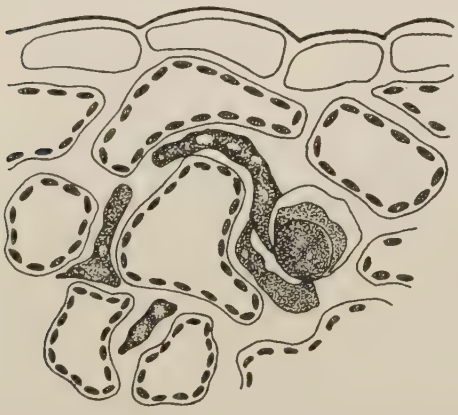
Oospory (někdy nazývané zimní výtrusy) byly objeveny v listech révy vinné v evropských vinicích Millardetem (1882, 1883). O několik let později Pichi (1890) popsal jejich pohlavní orgány: antheridia a oogonia. Pohlavní orgány vznikají na konci vláken intercelulárního mycelia. Oogonia jsou kulovitá a na počátku obsahují protoplasma s velkým množstvím jader, antheridia mají podobu podlouhlých, kyjovitých útvarů a podobně jako oogonia jsou mnohojaderná. Zralá antheridia se zachycují na oogoniích a vlévají do nich svůj obsah (obr. 39). Protoplasmata obou

*) Tato stať o *Plasmopara viticola* předchází stať ve speciální části a navazuje na ni. Používáme termíny konidie, konidiofory jednak proto, že jich užil Săvulescu a jednak proto, že ve vinařské fytopatologické literatuře jsou tyto názvy vžity. Musíme mít na mysli, že podle nejnovější terminologie jde o sporangia a sporangiofory, nikoliv o konidie a konidiofory, jak bylo poznamenáno již dříve.

těchto pohlavních orgánů se slučují (plasmogamie). Z oplozených oogonií vznikají oospory, které představují dikaryofázi, jež trvá až do jarního klíčení, kdy obě jádra splynou (karyogamie). Splynutím samčího a samičího jádra, která mají po 19 chromosomech, vzniká jádro o dvojnásobném počtu chromosomů (38). Jádro s dvojnásobným počtem chromosomů je diploidní a jím začíná diplofáze. Diplofáze je velmi krátká, neboť hned následuje redukční dělení a tvoří se jádra s poloviční počtem chromosomů (19). Pohlavní pochod, kterým vznikají oospory, probíhá obyčejně v listech, zřídkakdy v mladých výhoncích nebo v bobulích, jak na to poukázali Istvánffi a Pálinkás (1913).

Oospory vznikají koncem srpna, v září i v říjnu. Někdy se objevují dříve, už po první nákaze, ale v mnohem menším počtu než na podzim. V listech se oospory tvoří v palisádovém a houbovém parenchymu.

Oospory jsou kulovité (obr. 40 a, b) a zralé mají nejčastěji průměr 25 až 35 μ; jejich protoplasma je bohaté na olejové kapénky. Obal oospory tvoří 4 membrány: tenké, hnědé endosporium, které je nejvnitřnější membránou; silné žlutohnědé exosporium (episporium), které vzniká ze zbytku plasmatu (tzv. periplasmatu), jež se nezúčastnilo tvorby centrální oosféry; dále dvě vnější membrány, které sice nepatří přímo oosporám, ale tvoří primární a sekundární blány oogonií. Endosporium tvoří při klíčení stěnu klíčícího vlákna.



39. *Plasmopara viticola.* Antheridium a oogonium na příčném průřezu listem révy vinné.
Ze Săvulesca 1941 (neudáni autoři).

Počet oospor vznikajících uvnitř listů je značně veliký, asi 250 na 1 mm^2. Listy, ve kterých jsou oospory, na podzim padají na zem, rozkládají se a oospory se uvolňují. Oospory rozšiřuje vítr, voda a také živočiši žijící v půdě. Oospory přezimují; mají tuhé membrány, velké množství výživných látek, málo vody a dík těmto vlastnostem odolávají mrazům, vlhku a i žaludečním šťávám býložravců.

Na jaře za vhodných podmínek oospory začínají klíčit. Tuhé exosporium puká a puklinou vystupuje ven endosporium tvořící stěnu vystupujícího vlákna, do kterého přechází obsah oospory. Na konci vyklíčeného vlákna, které není rozvětvené, vzniká jedna a někdy i dvě makrokonidie (primární konidie, konidie; obr. 41).

Podmínky, na kterých závisí klíčení oospor:

1. Oospory velmi dobře snášejí mrazy. Oospory, které přezimovaly v přírodě, klíčí velmi rychle, naproti tomu oospory uchovávané na suchém místě v pokojové teplotě ztrácejí úplně klíčivost nebo klíčí pomalu.

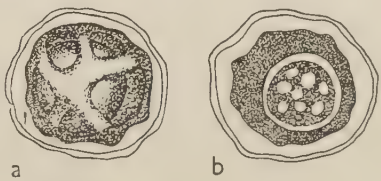
2. Aby oospory vyklíčily, je nutné, aby byly ve styku s vlhkým prostředím. Většinou je tomu tak v jamkách okolo keřů révy vinné, a to hlavně tam, kde je půda pro vodu málo propustná. Klíčení nastává i tehdy, když listy obsahující oospory plavou na povrchu vody. Săvulescu aj. vysvět-

lují, že i při dostatečných srážkách od dubna do srpna oospory nevyklíčí, je-li půda suchá a rychle saje vláhu.

3. Oospory klíčí v rozmezí teplot 11—32° C. Neklíčí při teplotě pod 10° C. Podle Ravaze (1914) je optimální klíčení při 23° C, podle Arense (1929) při 25° C. Rychlost klíčení je podle Arense v březnu 8 dní, v dubnu 4 dny a v červnu 2 dny. Podle Săvulesca je v Rumunsku tato rychlost klíčení: koncem března 10—12 dní, kolem 15. dubna 6—8 dní, v polovině května 3—4 dny a na počátku června 2 dny.

Makrokonidie (primární konidie), jarní zoospory, primární infekce. Při klíčení oospor vznikají 1—2 makrokonidie (primární konidie, jarní konidie). Jsou široce válcovité, velikosti 33—55 × 25 až 27 μ a oddělují se příčnou stěnou od vlákna, na kterém vznikly. Jejich obsah se dělí na 15—20 zoospor. Někdy vznikne v makrokonidii až 60 zoospor. Klíčení makrokonidií trvá 2—6 hodin. Zoospory jsou ledvinité nebo hruškovité, skládají se z protoplasmatu o 1 jádru, mají jednu až dvě vakuoly a 2 bičíky. Těmito bičíky se zoospory pohybují ve vodě, posléze bičíky ztrácejí a oblaňují se. Zoospory vyklíčí na spodní straně listů v jednoduchá nebo rozvětvená vlákna, která pronikají průduchy do nitra listů a zde se rozrostou v mezibuněčných prostorách. Jarní nákaza je podmíněna množstvím srážek, teplotou a vývojovým stadiem vinice.

Primární infekce nenastává najednou, nýbrž postupně, neboť všechny oospory neklíčí současně. Např. vyvolá-li jeden vydatný déšť na jaře primární infekci, houba vytvoří mycelium a konidiofory. Další vydatný déšť může způsobit vývoj sekundární infekce na listech, ale může současně vyvolat i vyklíčení dalších oospor, což má za následek druhou primární infekci. Tyto infekce mohou probíhat současně, aniž vážněji ohrozí vinice. Když však přijdou v létě další srážky, pak dochází k explosivní nákaze, která je výsledkem předcházejících infekcí.



40. *Plasmopara viticola.* Oospora (a) povrch oospory, b) průřez oosporou).
Ze Săvulesca 1941, neudáni autoři

Primární infekce může nastat jen tehdy, jsou-li listy révy vinné dostatečně vyvinuty. Vyklíčí-li oospory dříve, než se vyvinou listy, nebo jsou-li příliš mladé, nedojde k primární infekci nebo je infekce minimální, i když je v půdě velká zásoba oospor.

Někdy můžeme konstatovat primární infekce i tehdy, nejsou-li na povrchu půdy oospory z předcházejícího roku. V tomto případě se starší oospory dostanou obděláváním na povrch půdy, a mají-li zde vhodné podmínky pro klíčení, vyvolávají primární infekci.

Primární infekce, i když jsou velmi intensivní, nejsou příliš nebezpečné. Velmi nebezpečné naopak jsou infekce sekundární, ať už jsou výsledkem primární infekce nebo ať jsou vyvolány konidiemi přenesenými větrem z jiných míst. Abychom zamezili vznik primární infekce, musíme věnovat zvýšenou pozornost obdělávání půdy. Obděláváním půdy ve vinicích zabraňujeme povrchové stagnaci vody a tím i primární infekci. Proto se doporučuje brzké okopávání vinic.

Mycelium. Mycelium je intercelulární, průměru 8—11 μ, rozrůstá se

v palisádovém i houbovém parenchymu. Buňky myceliových vláken nejsou dělené příčnými stěnami, ale tvoří nepřetržité tuby obsahující protoplasma s mnoha jádry. Jádra mají podle Kobela (1930) 19 chromosomů. Haustoria jsou kulovitá nebo oválně hruškovitá, mají 4—10 μ v průměru a obsahují jen jedno jádro. V napadených buňkách se ničí chlorofyl, takže jsou listy na infikovaném místě žlutě zbarveny (olejové skvrny).

Konidiofory. Konidiofory se liší od vegetativního mycelia. Hyfy se shromažďují nejprve v substomatických dutinách a pak vyrůstají ve svazcích po 4—5, někdy i po 20 z každého průduchu. Konidiofory obyčejně vyrůstají v průduchy, ale mohou se objevit i na poraněných místech u listů, výhonků a bobulí. Obvykle se objevují na rubu listů naspodu olejových skvrn, ale mohou se objevit i před vznikem těchto skvrn, a to tehdy, když jsou listy v prostředí nasyceném vodními parami. Při nízké teplotě a při poměrně suchém počasí jsou konidiofory malé a mají jen jednu velkou konidii, podobnou makrokonidii (obr. 42). Tyto velké konidie byly pojmenovány megalokonidie (Istvánffi a Pálinkás 1913). Za vhodných podmínek jsou konidiofory bohatě monopodiálně rozvětvené a nesou až 200—400 konidií. Tvar a rozměry konidioforů jsou různé a závisí na povětrnostních podmínkách. Ve velkém množství se konidiofory objeví jen za teplých nocí s deštěm nebo s rosou. Objevují se zpravidla v noci, obyčejně mezi první až třetí hodinou.

Konidie se objevují za stejných podmínek současně s konidiofory; sterigmata, jež jsou na koncích konidioforů, zduřejí a vytvářejí konidie. Tyto konidie se nazývají mikrokonidie (letní konidie) nebo na rozdíl od jarních konidií se označují jako sekundární konidie.

41. *Plasmopara viticola.* Klíčení oospor, vznik makrokonidií.
Podle Gregoryho 1912, ze Săvulesca 1941

Mikrokonidie (letní konidie, druhotné konidie). Mikrokonidie rozšiřují houbu za příznivých podmínek v létě. Tím se liší od makrokonidií (primárních konidií), které houbu rozšiřují na jaře. Na jednom listě může vzniknout několik milionů mikrokonidií. Jsou tak lehké, že na váhu jednoho gramu by jich bylo zapotřebí 200 000 000. K jejich unášení stačí i velmi jemný vánek nebo sálavé tepelné proudy. Většina mikrokonidií padá na zem, ale mnohé z nich se dostanou přímo na listy révy vinné. Vítr může odnášet mikrokonidie až do dálky 200 km.

Mikrokonidie se udrží ve vinicích asi 8 dní a někdy i déle. Nejsou odolné proti zimě. V Brazílii, kde réva má zelené listy po celý rok, se mikrokonidie uchovávají i přes zimu. Podobně se mohou zachovat všude tam, kde je nepřetržitá vegetace, kde jsou stále zelené listy.

Klíčení mikrokonidií může probíhat třemi způsoby:

1. Vytvořením zoospor, což je normální a nejběžnější způsob (obr. 43).

2. Vytvořením vlákna přímo z mikrokonidie. Je to málo častý zjev.

3. Uvolněním celého obsahu mikrokonidie, ze kterého teprve vyklíčí vlákno. Tento případ není znám z přírody a byl vyvolaný jen pokusem (V i a l a) při klíčení ve vodě při 20° C.

Pro infekci v přírodě má význam jen klíčení v zoospory. Mikrokonidie mohou klíčit po dvou až devíti hodinách po svém vzniku a klíčí jen v kapce vody. Protože klíčení trvá víc než hodinu, může se ve vinici uskutečnit jen po dešti nebo rose.

Z jedné mikrokonidie vzniká 5—8 zoospor, které se postupně uvolňují kruhovitým otvorem na vrcholku mikrokonidie, kde je blána tenčí (obr. 43). Zoospory, které vznikly v mikrokonidiích, se ničím neliší od zoospor, které vznikly v makrokonidiích. Uvolněné zoospory plavou po určitou dobu ve vodě, potom ztrácejí bičíky, oblaňují se a klíčí ve vlákna (obr. 44, *1*), která vnikají průduchy do nitra listů (obr. 44, *2*).

Zygomycetes

Zygomycetes jsou paralelní skupinou k *Oomycetes*, která přešla k životu suchozemskému.

Vegetativní tělo hub této skupiny je jednobuněčné nebo vícebuněčné (zvláště u čeledi *Entomophthoraceae*). U mnohých druhů se mohou hyfy za určitých podmínek rozpadnout ve fragmenty (oidie, hyfová tělíska atd.), které po způsobu pučivých mycelií dále rostou. Za nepříznivých poměrů menší částečky hyf ztloustnou v gemmy.

Fruktifikační orgány se zakládají výlučně na vzduchu. Při nepohlavním rozmnožování se tvoří sporangiospory a konidie a při pohlavním rozmnožování vznikají zygospory.

Při nepohlavním rozmnožování se pohyblivé buňky (zoospory), připomínající původ z řas, netvoří a místo nich vznikají anemochorní spory, sporangiospory a konidie. U sporangií dochází i uvnitř jedné čeledě k hlubokým změnám a sporangia jsou různým způsobem redukována na konidie.

Pohlavní rozmnožování nastává kopulací dvou gametangií. Produktem kopulace je zygota, která se přeměňuje v zygosporu. Zygospora se liší od oospory *Oomycetes* tím, že blána gamentangií je zároveň blánou zygoty, kdežto blána oospory vzniká z periplasmatu oogonia.

Přehled důležitých čeledí

1. Vedlejší rozmnožovací forma sporangia.
Čel. Mucoraceae

2. Vedlejší rozmnožovací forma konidie
Čel. Entomophthoraceae

42. *Plasmopara viticola*. Megalokonidie. Podle Trottera 1936, ze Săvulesca 1941

Mucoraceae žijí většinou jako saprofyti, vzácněji parasitují na jiných zástupcích čeledi *Mucoraceae* nebo na vyšších rostlinách a zvířatech. Některé druhy se vyskytují v půdě, tvoří celá společenstva a mají velký význam při rozkladu organických látek. Zajímavou skupinu tvoří druhy, které jsou důležité pro humánní a veterinární medicinu. Např. nemoci ucha (otomykosy) způsobuje *Mucor corymbifer* Fischer a *Mucor septatus* Bezold. Jisté druhy působí jedovatě, někdy i smrtelně, když se spory dostanou ve velkém množství do těla, zvláště do krevního běhu (např. *Mucor racemosus* Fres., jenž je patogenní pro ptáky).

Z hlediska fytopatologického jsou *Mucoraceae* nejdůležitější čeledí *Zygomycetes*. Zvlášť důležité jsou rody *Mucor, Sporodinia, Rhizopus*. Z těchto rodů je nejčastějším druhem a pro fytopatologii nejvýznamnějším *Rhizopus nigricans* Ehrenberg. *Mucoraceae* jsou pro fytopatologii důležité tím, že poškozují semena při klíčení, způsobují hniloby dozrávajících plodů a jsou jednou z příčin skládkových hnilob. Kde se vyskytují druhy z čeledi *Mucoraceae* (např. při hnilobách plodů), bývají často ještě i jiné houby, které sice mezi plísně nepatří, ale v lidové mluvě se označují rovněž jako plísně (např. zástupci z rodů *Penicillium, Aspergillus, Trichothecium, Botrytis, Fusarium* aj.).

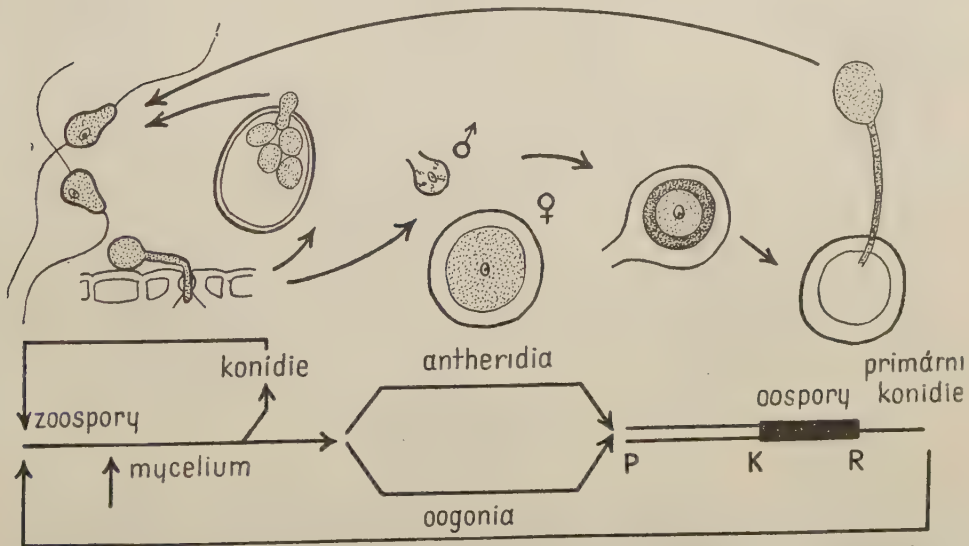
Vegetativní tělo *Mucoraceae* je složeno z mnohonásobně rozvětvených hyf, které jsou zpočátku nedělené: u starších jedinců nebo při založení fruktifikačních orgánů se v nich zakládají přepážky, které oddělují starší úseky, chudé na obsah, od mladších. Hyfy se na substrátu většinou rozvíjejí stejnoměrně; některé rody, jako např. *Rhizopus*, mají zvláštní výběžky, které jsou složeny z nerozvětveného internodia a z upevňovacích orgánů (appresoria, rhizoidy, obr. 47); z upevňovacích orgánů vyrůstají opět nové výběžky. U druhů, které žijí parasitně na jiných druzích čeledi *Mucoraceae*, jsou tyto rhizoidy modifikovány specifickým způsobem; u *Mortierella bainieri* Cost. obklopují hyfy hostitele a u *Piptocephalis freseniana* de By. vnikají do hyfy hostitele a rozvětvují se tam v malý keříček. Jako vytrvalé stavy se tvoří především gemmy, které vznikají většinou endogenním způsobem: větší nebo menší vícejaderné částečky plasmy se stáhnou dohromady a obalí se tlustou stěnou uvnitř původní membrány hyfy. U některých druhů (např. *Mucor sphaerocarpus* Hag.) se mycelia přeměňují ve sklerocia. Jak gemmy, tak i sklerocia rostou za vhodných podmínek v nová mycelia.

43. *Plasmopara viticola*. Vznik zoospor z mikrokonidií.
Podle Gregoryho 1912, ze Săvulesca

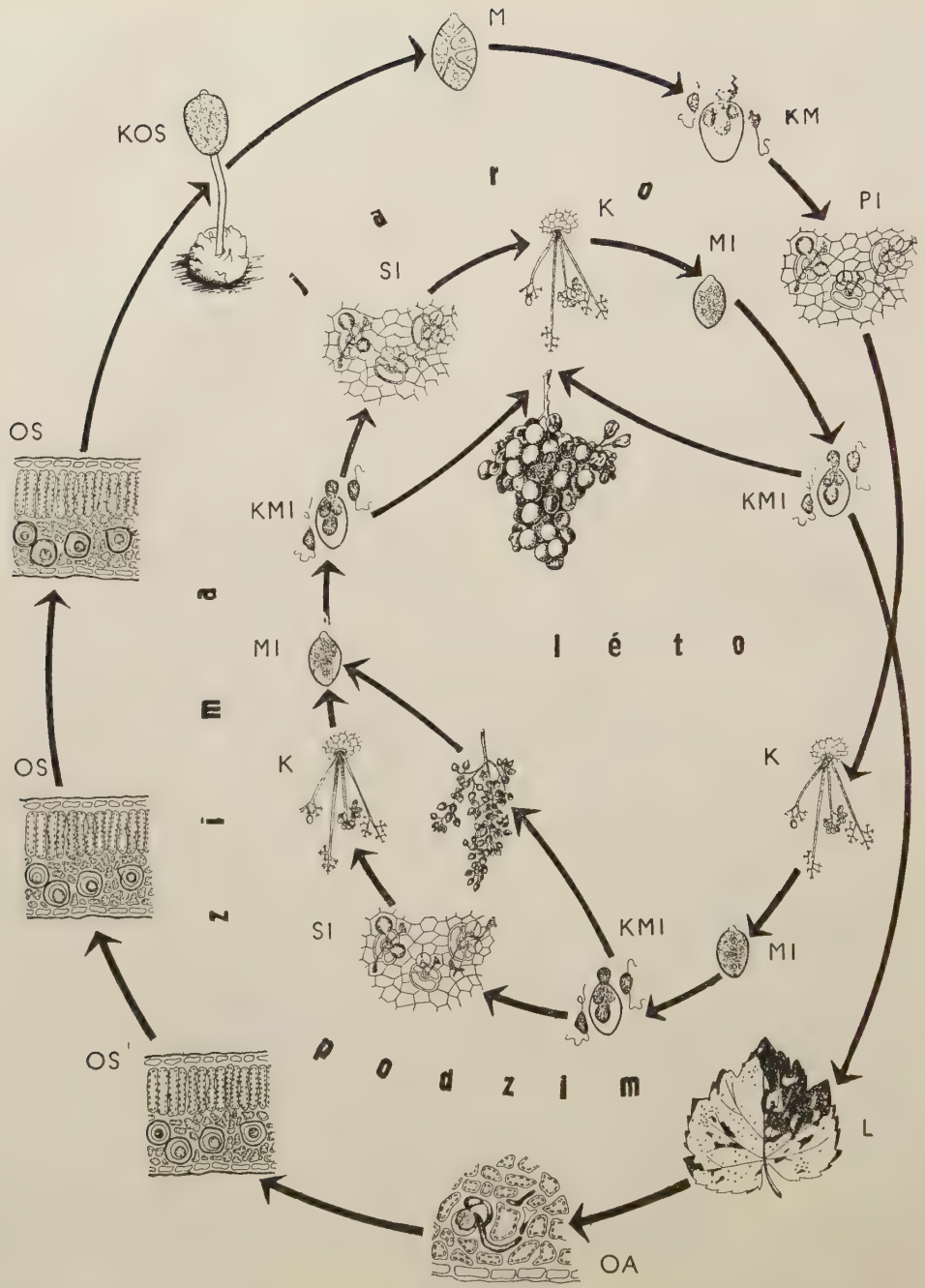
Nepohlavní rozmnožování. Sporangiofory vyrůstají z nadouřelých mycelií a u druhů, které vytvářejí výběžky, vyrůstají téměř výlučně z uzlů tvořených upevňovacími orgány. Sporangiofory jsou u nižších druhů nerozvětveny, u vyšších druhů jsou rozvětveny různým způsobem

(vidličnatě, hroznovitě apod.). Na koncích větví naduřují ve sporangia, do kterých vniká plasma s jádry. Sporangia se oddělí od sporangioforů příčnou stěnou, která je u některých rodů přímá nebo jen slabě vyklenutá jako hodinové sklíčko. U jiných druhů naproti tomu je hluboce vyklenuta do sporangia. Tímto vyklenutím vzniká tzv. kolumella, která je většinou

44. *Plasmopara viticola*. *1*. Klíčení zoospor: a) zoospory s bičíky, b) zoospory, které již ztratily bičíky, c), d) klíčení zoospor v infekční vlákna. *2*. Vnikání infekčních vláken zoospor do průduchů.
Ze Săvulesca 1941; *1* podle Gregoryho 1912; *2* není udán autor.

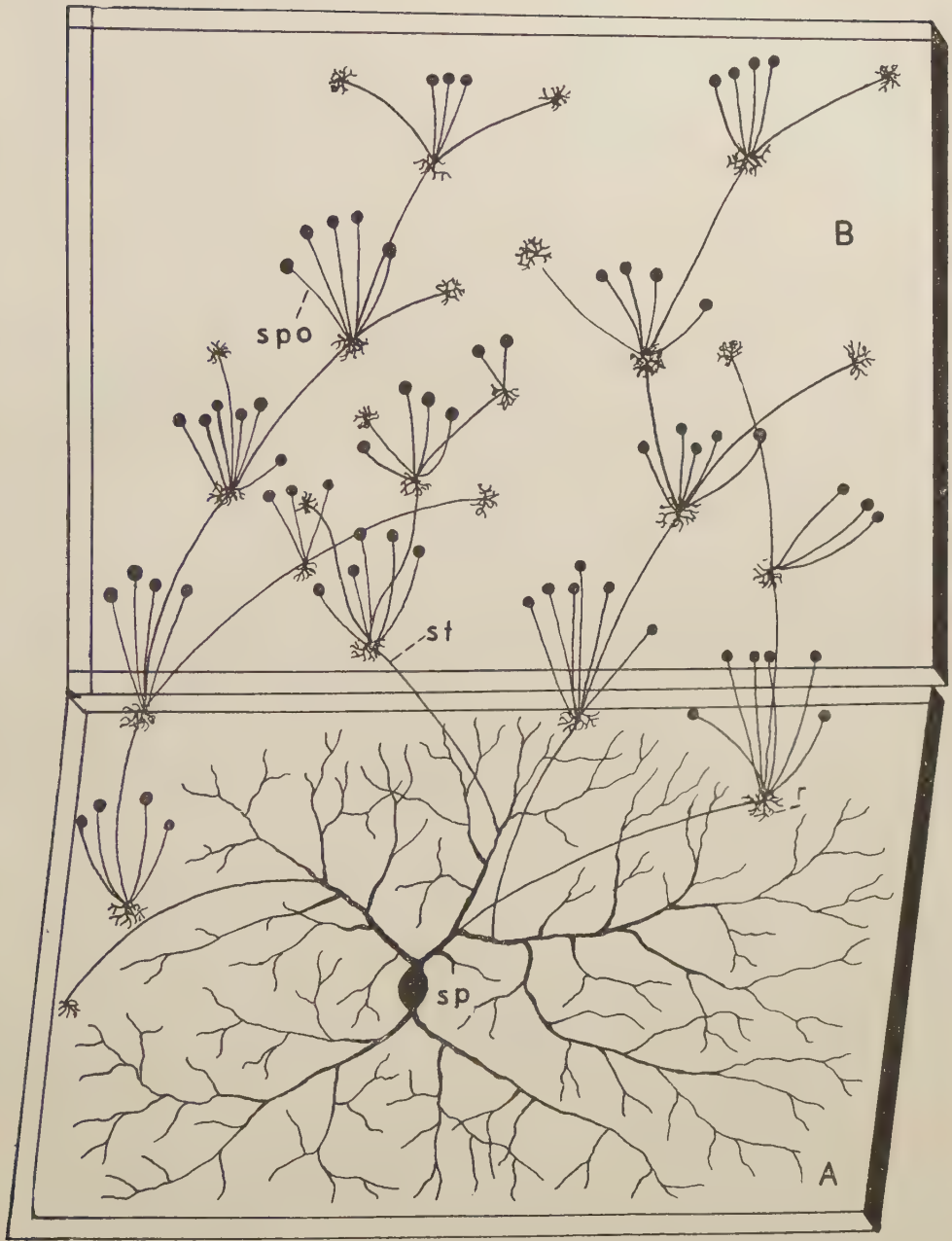


45. Schema vývoje u *Plasmopara viticola*. P — plasmogamie, K — karyogamie, R — redukční dělení.
Sestaveno podle kreseb Millardeta 1882, Arense 1929; z Roemer - Fuchs - Isenbeck 1938.



46. Schema vývoje u *Plasmopara viticola*. M — makrokonidie, KM — klíčící makrokonidie, PI — primární infekce, SI — sekundární infekce, MI — mikrokonidie, KMI — klíčící mikrokonidie, K — konidofory, OA — oogonium s antheridiem, OS — oospory v listu, KOS — klíčící oospory.

Podle Săvulesca 1941



47. *Rhizopus nigricans.* Mycelium a fruktifikace *Rhizopus nigricans.* Na horizontálně ležícím substrátu A vegetuje mycelium, vyrostlé ze spory sp. Z tohoto mycelia vyrůstají nerozvětvené výběžky (stolonovité výběžky — st) na kolmo postavený substrát B. Zde se přichytí svými konci, utvoří se rhizoidy r, kterými se upevní a z tohoto upevňovacího orgánu vyrůstají sporangiofory spo a opět další výběžky a tak to pokračuje stále dál.

Podle Zopfa 1890

hladká, hruškovitá nebo válcovitá a zůstává obvykle po uzrání sporangií na sporangioforu. (Pozn.: Výjimku tvoří mimo jiné rod *Pilobolus*, např. *Pilobolus anomalus* Ces., u něhož se vymršťuje sporangium s kolumellou.)

Uvnitř sporangií vznikají sporangiospory, které jsou jednobuněčné, většinou elipsoidní nebo kulovité; leží buď volně ve sporangiu, nebo jsou uloženy v jemné zrnité substanci, která rosolovitě bubří. Sporangiospory se při klíčení zvětší a klíčí v jedno nebo více vláken, která se rozrůstají v mycelium.

Nepohlavní rozmnožování je u *Mucoraceae* (tak jako u *Peronosporaceae*) důležitým podkladem pro systematické dělení. Vývoj zde postupuje od sporangií s endogenními sporangiosporami k exogenním volně oddělovaným konidiím.

Pohlavní rozmnožování. U homothallických druhů závisí výskyt pohlavních orgánů hlavně na podmínkách výživy; u heterothallických druhů je základní podmínkou výskyt obou pohlaví. Mycelia jednoho pohlaví mohou být kultivována v libovolném množství generací, aniž vzniknou sexuální orgány, které se však objevují v krátké době, je-li přidáno opačné pohlaví.

Když se dvě pohlavně zralé hyfy (u heterothallických druhů dvě hyfy opačného pohlaví) dotknou nebo když rostou v nepříliš velké vzdálenosti, vytvářejí proti sobě kopulační větve. Kopulační větve rostou proti sobě, dotknou se a oddělí na svých vrcholech mnohojaderná gametangia. Zbývající části kopulačních hyf se nazývají suspensory. Stěna oddělující obě gametangia se rozpustí, buňka vzniklá splynutím obou gametangií se pevně oblaní a stává se vytrvalou sporou — zygosporou. U některých druhů mohou kopulační větve vzniknout z obyčejných hyf, u jiných se tvoří na zvláštních větvích, na tzv. zygoforech.

U některých rodů se gametangium, které nenalezlo žádného partnera, oblaní vícevrstevnou stěnou a partenogeneticky se vyvíjí v nepohlavní vytrvalou sporu — azygosporu. Tak tomu bývá u homothallických druhů, ale i u heterothallických.

U heterothallických druhů dochází někdy k „neúplné hybridisaci", když kopulační větve patří různým druhům. Založená gametangia zastavují růst a přeměňují se v azygospory. K tomuto jevu však nedochází mezi všemi druhy.

Stěna zygospor je složena z 5 vrstev. Dvě zevní vrstvy tvoří exosporium, tři vnitřní endosporium. U některých rodů (např. *Absidia, Phycomyces*) jsou zygospory obklopeny větvemi, které vyrůstají ze suspensorů. U rodu *Mortierella* se splétají tyto větve se sousedními hyfami v husté, plsťovité pletivo, v němž leží zygospora.

Zygospory klíčí teprve po delší době klidu. Exosporium se roztrhne a endosporium vyklíčí ve vlákno, které obyčejně vyrůstá ve sporangiofor nebo v konidiofor. U *Mucor* nastává karyogamie bezprostředně po plasmogamii. Brzy po tom, ještě před začátkem údobí klidu, dojde k redukčnímu dělení. U *Phycomyces* dochází ke karyogamii a k redukčnímu dělení teprve až při klíčení zygospory.

Onthogenese zástupce čeledi *Mucoraceae* bude probrána na příkladu druhu *Mucor mucedo* L. *Mucor mucedo* byl studován mnohými autory, např. se jím zabýval Brefeld (1874), Blaskeslee (1904), Burgeff

(1924). *Mucor mucedo* se v přírodě vyskytuje na různých organických látkách.

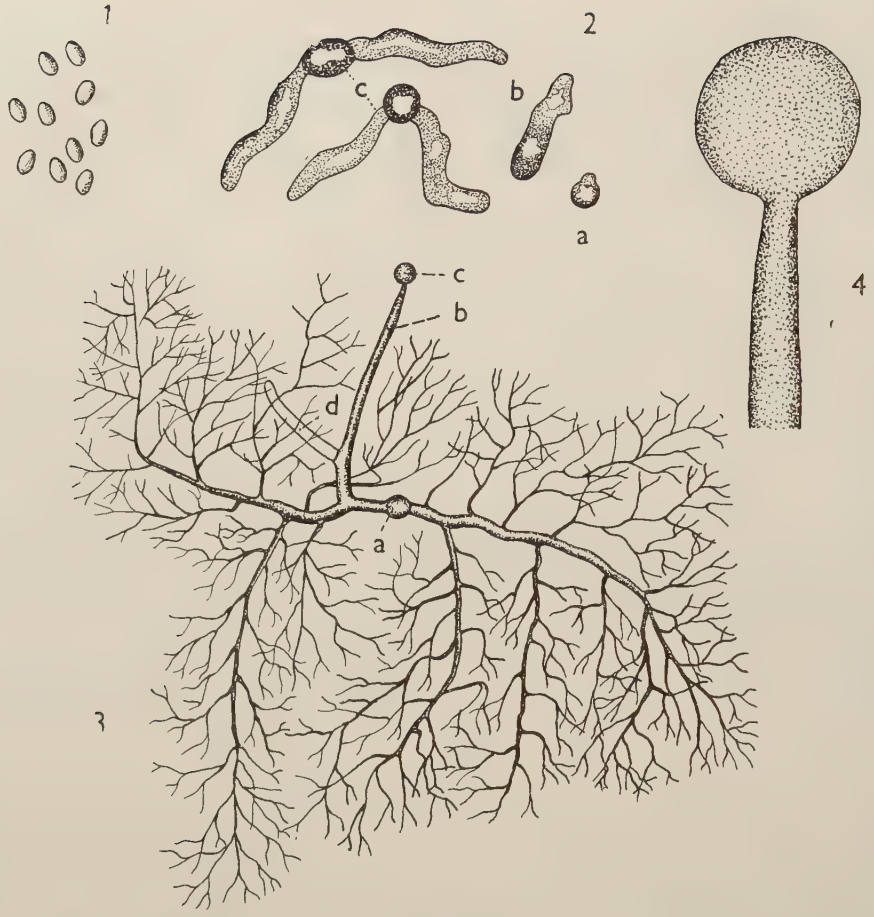
Sporangiospory mají po uzrání ve sporangiu schopnost klíčit. Při klíčení mění svůj tvar již v několika málo hodinách, nabubřují a jejich původní válcovitě vejčitý tvar se mění ve tvar kulovitý, zároveň se zvětšují na šestinásobek až desetinásobek své původní velikosti. Protoplasma, které bylo dříve homogenní, stává se jemně zrnitým a je umístěno hlavně při stěně, kdežto uprostřed se objevuje velká vakuola.

Posléze vyklíčí ze spory jedno nebo častěji více vláken, která velmi rychle rostou a během jednoho dne jsou již značně rozvětvena. Vzniká tak mycelium, které je tvořeno jedinou buňkou. Když mycelium dosáhne určité velikosti, dále již neroste. Při ukončení růstu mycelia se mění obsah hyf; stává se zrnitějším a tmavším, ztrácí pěnovitý charakter s nápadnými vakuolami a shromažďuje se zvláště na jednom místě mycelia. Zde, zpravidla uprostřed mycelia, vzniká z rozšířeného místa na myceliu výrůstek, který proniká nad povrch živné tekutiny, ve které je *Mucor mucedo* pěstován. Při určité velikosti výrůstek zastavuje růst do délky a na jeho konci se objeví naduřenina. Vzniká tak sporangiofor, které je naplněno hustým, zrnitým, načervenalým žlutým protoplasmatem, jež do sporangioforu vniká z mycelia a zde je nahrazováno vodnatou tekutinou. Budoucí sporangium, které se vyvíjí z kulovité naduřeniny na konci sporangioforu, se posléze oddělí příčnou přepážkou od sporangioforu. Tato přepážka je vyklenuta jako tzv. kolumella do sporangia. Brefeld poznamenává, že tato přepážka není původně horizontální a že nezískává svou vyklenutou formu vlivem tlaku tekutiny ve sporangioforu, jak se dříve mnohokrát udávalo; přepážka má již při svém založení vyklenutý tvar, který se později jen nepatrně modifikuje.

Tvorba sporangioforů a jejich dozrávání trvá 24—36 hodin podle teploty ročního období a nejpozději za 3 dny od naočkování jedné spory je houba v kultuře již zcela vyvinuta. Uvnitř sporangia se protoplasma rozdělí v jednotlivé jednobuněčné sporangiospory. Na povrchu sporangií jsou jemné jehlicovité osténky, které zatemňují žlutou barvu sporangia. Jakmile sporangia dozrají, objevují se na sporangioforech a na myceliích přepážky. Konečně jsou ze sporangií vymršťovány sporangiospory.

Sporangiospory klíčí v mycelia a zygospory vznikají jedině tehdy, když se setkají dvě mycelia různého pohlaví, ze kterých proti sobě vyrůstají kopulační větve. Musí tedy přijít do styku + a — pohlaví (pohlaví označujeme + a —, neboť obě pohlaví se vzhledem k nedostatku rozlišných morfologických znaků nedají uvádět jako samčí a samičí). Na koncích kopulačních větví, které se dotýkají, se oddělí gametangia. Přepážky, které oddělují obě gametangia, se rozplynou a obsahy obou gametangií splývají. Vzniká tak zygota, která se pevně oblaňuje a stává se zygosporou.

Podle způsobu, jakým se obě gametangia k sobě přikládají, rozlišujeme různé kopulační typy. Jestliže se obě gametangia přikládají k sobě svými distálními konci, mluvíme o apikální kopulaci. Jestliže vrchol jednoho gametangia přiléhá na bok druhého gametangia, pak mluvíme o apikálně laterální kopulaci. Přiloží-li se k sobě boky obou gametangií, označujeme tento pochod laterální kopulací. Při laterální kopulaci se někdy stává, že z boku gametangia vyrostou nejdříve výrůstky a teprve potom výrůstky apikálně splývají. (Tyto sekundární kopulační


1
2
c
b
a
4
c
b
d
a
3
d
c
b
a
5
d
c
b
a
6
d
b
c
a
7

větve se nazývají i progamety, což není správné, neboť jde o gametangia.)

Zygospora neklíčí okamžitě, nýbrž až po určitém údobí klidu. Při jejím klíčení vzniká sporangiofor, který však roste poněkud pomaleji než sporangiofor na myceliu. Na jedné zygospoře vzniká zpravidla jen jeden sporangiofor; někdy při poruchách normálního vývoje vznikají dva nebo i více slabších sporangioforů, respektive vznikají sterilní větve na sporangioforu. Ve sporangiích se opět tvoří sporangiospory.

Entomophthoraceae

Entomophthoraceae vytvářejí konidie, ale nemají speciální konidiofory, nýbrž jen konidionosné hyfy.

Entomophthoraceae žijí většinou parasiticky, např. na řasách (*Ancylistes*), na vyšších houbách (*Conidiobolus*), na prothaliích kapradin (*Completoria*), na hmyzu (*Empusa, Enthomophthora*), vzácně žijí saprofyticky, např. v zažívacím ústrojí žab a ještěrek (*Basidiobolus*). Některé druhy, které ničí hmyz, jsou důležité pro biologický boj proti škůdcům.

ASCOMYCETES

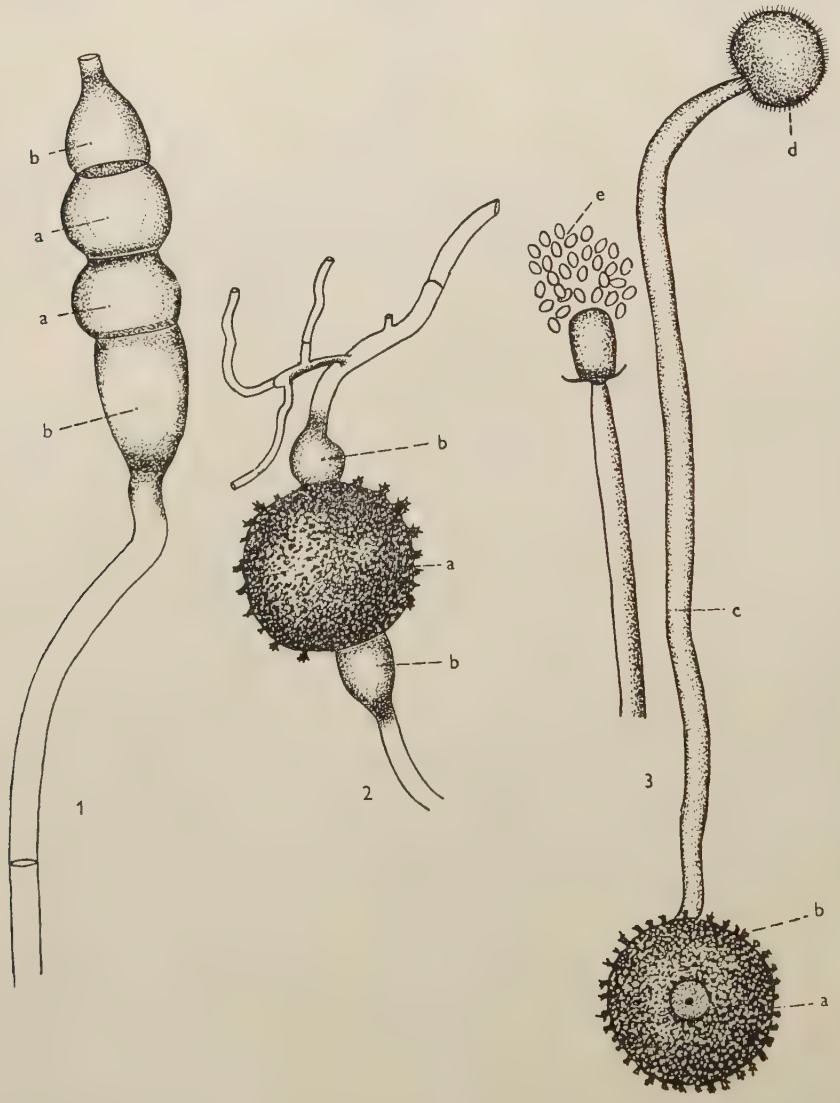
Ascomycetes čili houby vřeckaté jsou mnohobuněčné houby, které mají v ř e c k o (a s c u s, mn. č. asci, zčeštěno na askus, aska). Uvnitř vřecek vznikají volným novotvořením a s k o s p o r y, které zůstávají až do doby zralosti uzavřeny ve vřecku a pak se jeho roztržením nebo otevřením uvolňují. Vřecko je sídlem karyogamie a redukčního dělení; počet askospor ve vřecku kromě podtřídy *Protoascales* je konstantní. Askosporová rozmnožovací forma je hlavní rozmnožovací formou, neboť se zakládá pohlavním způsobem. Jiné rozmnožovací formy jsou nepohlavní a nazývají se vedlejší, přestože namnoze slouží daleko více k rozšiřování houby než hlavní rozmnožovací forma.

Vedlejší rozmnožovací formy jsou neobyčejně hojně vyvinuty a nejčastější z nich jsou konidie, které se tvoří v rozmanitých útvarech. U některých druhů se může vyskytovat více vedlejších rozmnožovacích forem po sobě nebo vedle sebe (p l e o m o r f i s m u s). Jestliže jsou hlavní rozmnožovací stadia neznáma, řadí se tato vedlejší rozmnožovací stadia mezi *Fungi imperfecti* a označují se zvláštním jménem. Těchto jmen se užívá často ve fytopatologii, i když je askosporové stadium již známo.

---

48. *Mucor mucedo. 1.* Sporangiospory. *2.* Klíčení sporangiospor: a — nabubření klíčící sporangiospory; b, c — sporangiospory klíčí v myceliová vlákna. *3.* Tvar a rozvětvení vyrostlého mycelia ze sporangiospory a. Mycelium vytváří nepohlavní sporangiofor b, kterým se zvedá nad živný roztok. Na vrcholu sporangioforu vzniká sporangium c; d — základ sporangioforu, který se nerozvinul a oddělil se přepážkou. *4.* Pokročilejší stadium sporangioforu. *5.* Sporangiofor se základem sporangia: a — sporangiofor, b — vyklenutá příčná stěna (kolumella), která odděluje sporangiofor od sporangia, c — blána sporangia, na jejímž vrcholu jsou pravidelně uspořádány osténky, d — základ sporangia, vypleněný stejnoměrně zrnitou protoplasmou. *6.* Sporangiofor s mladým sporangiem, ve kterém se započala tvorba spor; a— sporangiofor, b — kolumella, c — ostnitá membrána, d — sporangiospory. *7.* Sporangiofor s kolumellou po uvolnění sporangiospor; a — sporangiofor, b — kolumella, c — zbytky ostnité memebrány, které zůstaly lpět v místě inserce sporangia, d — sporangiospory.
Podle Brefelda 1872

U vyšších druhů se pohlavní orgány rozlišují na samičí askogony a samčí antheridia. Askogony mají zvláštní přijímací útvar trichogyn. Askogony a trichogyny jsou u některých druhů mnohobuněčné; askogony jsou někdy neseny zvláštními basálními buňkami. Vzniká tak rozmanité utváření samičí kopulační větve. Ve vývoji hub vřeckatých dochází k různým stupňům regrese sexuálních orgánů až i k jejich zmizení. S tímto



49. *Mucor mucedo*. *1.* Kopulační stadium: a — kopulující buňky, b — suspensory. *2.* Zralá zygospora a s oběma suspensory b, b. *3.* a — zygospora, b — místo, kde se připínal suspensor, c — sporangiofor, d — sporangium, e — sporangiofor s kolumellou obklopenou sporangiosporami po roztržení sporangia.

Podle Brefelda 1872

vývojem souvisí i význam pohlavních orgánů pro tvorbu plodnic. Původně se plodnice zakládají po vytvoření pohlavních orgánů; sexuální orgány, zvláště samičí, jsou proto označovány názvem archikarpia. Avšak u mnohých druhů se plodnice vyvíjejí nezávisle na sexuálních orgánech, které se v nich teprve zakládají.

Po vniknutí obsahu antheridia do askogonu jejich plasmata splývají (plasmogamie) a samčí a samičí jádra se seřadí v jednu nebo více jaderných párů (dikaryony). U vyšších druhů vyrůstají z oplozeného askogonu askogenní hyfy, do kterých se dostávají jaderné páry a při růstu a rozvětvování askogenních hyf vnikají dikaryony do nových buněk, které se konjugačním dělením množí; nakonec jaderné páry přijdou do základu vřecek, jež se tvoří na koncích hákujících se askogenních hyf.

U většiny vyšších hub vřeckatých na askogenních hyfách vznikají vřecka podle tzv. hákování [příklad hákování uveden u *Pyronema confluens* (Pers.) Tul.].

Při vývoji vřecek můžeme pozorovat, že primární jádro vřecka, které vzniklo splynutím jaderného páru (dikaryonu), prodělává za redukce počtu chromosomů tři dělicí pochody; při tom vzniká osm dceřinných jader a volným novotvořením buněk vzniká z plasmatu vřecka 2^n, nejčastěji osm askospor. Plasma, které se nezúčastnilo tvorby askospor a jež zůstalo ve vřecku, se nazývá epiplasma; zakládá skulpturu askospor. U určitých druhů se počet dělení omezuje na dvě, a tím počet askospor klesne na čtyři; u jiných druhů počet dělení a počet askospor je opět vyšší.

Vývoj *Ascomycetes* se podle Gäumanna (1926) dá schematicky naznačit takto: Na haploidním vegetativním těle vznikají vedlejší rozmnožovací stadia a potom sexuální orgány, antheridia a askogony, mezi nimiž začíná pohlavní akt plasmogamií. Jádra se uspořádávají v páry (dikaryony) — vždy jedno samičí a jedno samčí jádro tvoří pár. Jaderné páry putují do askogenních hyf a při tvorbě nových buněk se současně dělí (konjugační dělení). Askogenní hyfy jsou zvláštní formou fáze o dvojitém počtu chromosomů, tzv. dikaryofáze. Dikaryofáze končí v mladých vřeckách, kde splývají jádra dikaryonu (karyogamie), čímž se pohlavní akt dovršuje. Po splynutí jader následuje redukční dělení a posléze vzniká 2^n askospor.

U vyšších hub vřeckatých haploidní vegetativní tělo vytváří plodnice. U nejjednodušších druhů tyto plodnice představují nediferencované pletivo, u vyšších druhů se zakládají bohatě morfologicky stavěné plodnice, a to perithecia a apothecia.

Perithecia jsou plodnice, v jejichž dutině vznikají vřecka, takže vřecka i v době zralosti jsou obklopena stěnami plodnice. U nižších druhů jsou plodnice kulovité, bez ústí; plodnice vyšších druhů mají zvláštní ústí s otvorem. Kanálek ústí je často pokryt hustě stojícími konci hyf, perifysami. Mezi vřecky jsou sterilní haploidní větve hyf, parafysy.

Apothecia se rozlišují od perithecií hlavně silnějším vývojem fertilní části. Vrstva vřecek je v době zralosti na povrchu plodnice, není v ní uzavřena, jak tomu je u perithecia, kde vřecka jsou umístěna v dutině. I zde jsou parafysy mezi vřecky.

Přehled Ascomycetes

1. Askogenní hyfy a plodnice se netvoří.
Podtř. Protascales

a) Jako produkt pohlavního pochodu vzniká vřecko nebo diploidní vegetativní tělo.
Řád Endomycetales

b) Jako produkt pohlavního pochodu vzniká dikaryotické vegetativní tělo.
Řád Taphrinales

2. Askogenní hyfy a plodnice se vyvíjejí.
Podtř. Euascomycetes

a) Vřecka se brzy rozpadají; askospory jsou proto většinou v době zralosti jako práškovitá hmota uvnitř plodnice.
Řád Plectascales

b) Vřecka zůstávají zachována až do doby zralosti askospor a většinou vymršťují askospory ven.
α) Vřecka jsou uspořádána ve svazku na basi uzavřeného perithecia.
Řád Perisporiales

β) Vřecka jsou uložena v lůžcích stromatu; není zde ani hymenium, ani parafysy, ani stěna vlastní plodnice.
Ascoloculares

γ) Vřecka jsou uspořádána v hymeniu, které má často parafysy; pokud jsou vřecka uspořádána v stromatu, jsou obklopena stěnou vlastní plodnice.
Ascohymeniales

Ascoloculares

Vřecka jednotlivě v dutinách stromatu.

1. Vřecka jsou ponejvíce pravidelně rozptýlena v základním pletivu a jsou isolovaná.
Řád Myriangiales

2. Vřecka jsou uspořádána v jedné vrstvě nebo ve svazečku.
a) Pseudoperithecia peritheciovitě zakulacená.
Řád Pseudosphaeriales

b) Pseudoperithecia jen štítkovitě vyklenutá.
Řád Hemisphaeriales

Poznámka. Vysvětlení pseudoperithecií viz při charakteristice *Ascoloculares* v dalším textu.

Ascohymeniales

Vřecka jsou v souvislé vrstvě (hymeniu) v dutinách perithecií nebo (v době zralosti) na povrchu apothecií. *Ascohymeniales* můžeme rozdělit na dvě skupiny pro nás důležité:

1. Plodnice je perithecium s ústím. (Většinou jsou shodné s dřívějšími *Pyrenomycetes*.)
a) Askospory jsou jednobuněčné nebo vícebuněčné, ne vláknité.
α) Zralá vřecka zůstávají uspořádána v hymeniu.
Řád Sphaeriales

β) Stěna nebo base zralých vřecek se rozplývá; proto dutinu perithecia vyplňují buď zralá vřecka nebo askospory.
Řád Diaporthales

b) Askospory jsou vláknité, vícebuněčné, rozpadají se v jednotlivé členy.
Řád Clavicipitales

2. Plodnice je apothecium. Odpovídají dřívějším *Discomycetes*.
a) Vřecko se otevírá víčkem (operculum, *Operculatae*).
Řád Pezizales

b) Vřecko se otevírá roztrháním (*Inoperculatae*).
Řád Helotiales

Dodatek

Parasiti hmyzu nejistého postavení.

Řád Laboulbeniales

Poznámka. Do systému hub vřeckatých nebyl zařazen řád *Tuberales*, kam patří mimo jiné lanýže. Podrobněji budou probrány jen některé řády.

Taphrinales

Taphrinales dělíme na dvě čeledi: *Protomycetaceae* a *Taphrinaceae*.

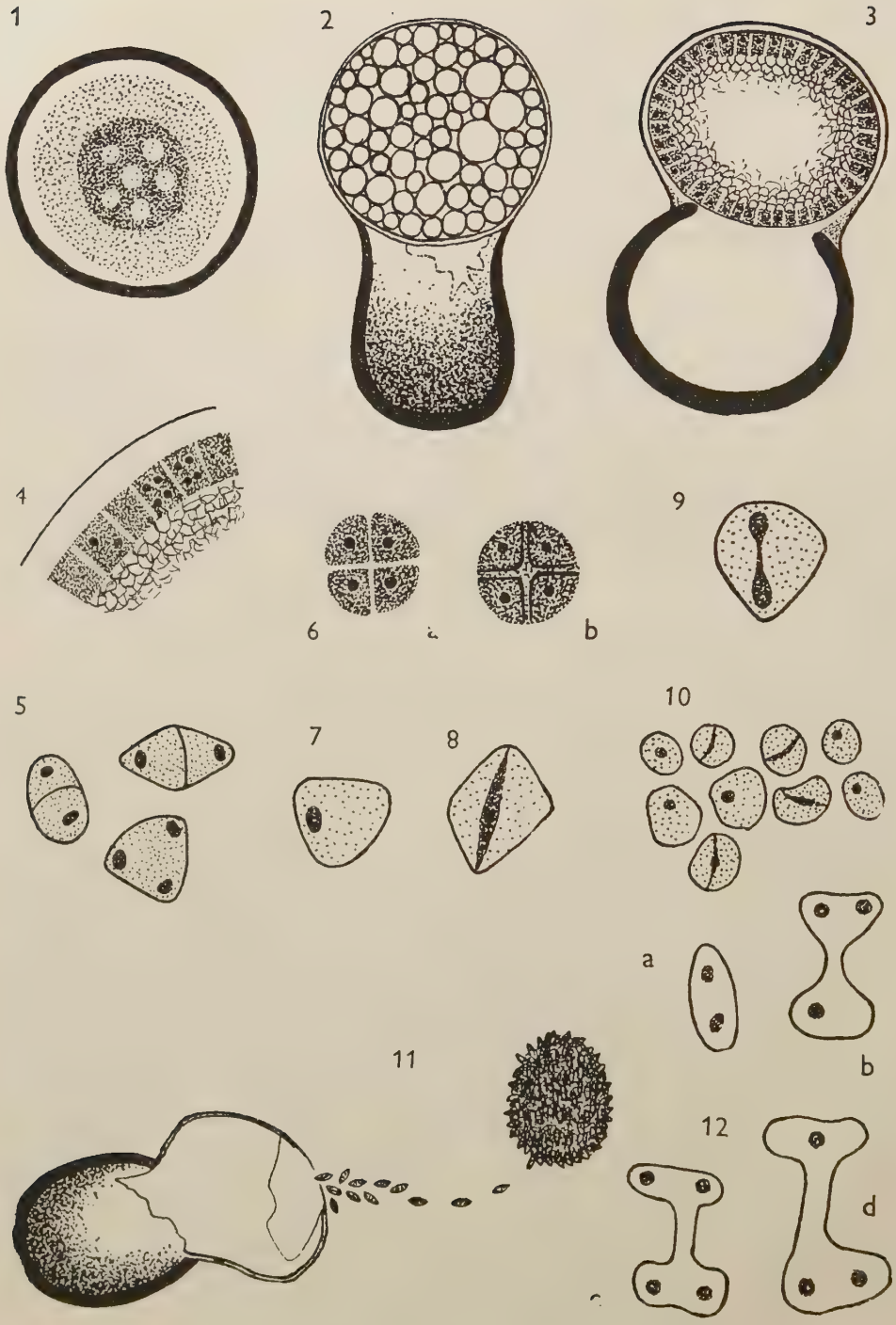
Protomycetaceae

Žijí na vyšších rostlinách a jejich mnohobuněčné podhoubí proniká mezibuněčnými prostorami hostitele. Vytrvalé spory (chlamydospory) vznikají na podhoubí interkalárně nebo terminálně, jsou mnohojaderné a mají více či méně tlustou blánu. Při jejich dalším vývoji z nich vystupuje „sporangium", jež je od počátku mnohojaderné a v němž vznikají četné endospory, které ve většině případů po uvolnění kopulují. Endospory jsou podobné jako askospory a vznikají ve velkém počtu ve „sporangiu". O morfologické hodnotě tohoto útvaru viz další teoretickou poznámku. Studiem této čeledi a vývojem jednotlivých druhů se zabýval zvláště B ü r e n (1915—1922).

Jako příklad bude uveden vývoj zástupce této čeledi *Protomyces macrosporus* U n g e r, který cizopasí na různých mrkvovitých rostlinách, např. na bršlici kozí noze (*Aegopodium podagraria* L.), na kmínu (*Carum carvi* L.) aj. a způsobuje na nich nádorovité mozolky.

Vytrvalá spora (chlamydospora) má blánu složenou ze tří vrstev. Zevně je velmi tlusté exosporium úplně hladké (bez skulptury) a bezbarvé; pod ním je tenké mesosporium (střední vrstva) a endosporium (vnitřní vrstva). Obsah spory je v klidu hustý, jemně zrnitý, poněkud zakalený. V tomto stavu chlamydospora přezimuje a teprve na jaře klíčí.

T v o r b a „s p o r a n g i a" a e n d o s p o r. Ve vytrvalé spoře, jejíž obsah byl dosud úplně homogenní, se při klíčení plasma diferencuje v okrajovou světlou zónu a v centrální hustší a tmavší část. Ve střední tmavší části se objevují vakuoly (obr. 50; *1*), jež jsou nejprve nezřetelné, ale později více vynikají. Vakuoly se později objeví i ve světlé okrajové zóně; postupně se jimi vyplní celý obsah klíčící vytrvalé spory, která posléze nabývá voštinovitého vzhledu. Potom tmavší centrální část zmizí, okrajová zóna se rozšíří a celý obsah se stane světlejším. Konečně se exosporium roztrhne a zároveň začne z vytrvalého výtrusu vystupovat endosporium jako sporangium (vřecko). „Sporangium" má po výstupu z obalu vytrvalé spory obsah úplně vyplněný vakuolami (obr. 50; *2*). Centrální vakuoly počnou nyní splývat, takže jejich splynutím vzniká nakonec vakuola jediná. Plasma, jež bylo na okraji „sporangia", zůstane z počátku vakuolisováno, ale pak vakuoly zmizí a protoplasma získává homogenní vzhled. Homogenní plasma, jež je při stěně „sporangia", se rozpadne v jednojaderné buňky bez blan — mateřské sporové buňky (obr. 50; *3, 4, 5*). Tyto buňky se rozdělí ve 4 jednojaderné části, které se přeměňují ve spory (endospory, askospory, obr. 50; *6* a, b), přičemž pravděpodobně dochází k redukčnímu dělení (obr. 50; *7, 8, 9, 10*). Endospory se shromáždí na vrcholu „sporangia", jehož stěna v tomto místě praskne, a klubíčko spor je vymrštěno ven (obr. 50; *11*).


1
2
3
4
6
a
b
9
5
7
8
10
a
b
11
12
d

Endospory (askospory) jsou 4,5 μ dlouhé, 3 μ široké, nemají bičíky. Büren odhaduje, že ve „sporangiu" vzniká asi 870 endospor. Po vymrštění „sporangia" ihned párovitě kopulují (obr. 50; *12*) a vyrůstají v pučivé mycelium (diploidní?), jehož buňky vytvoří infekční vlákno, které vniká do hostitele. Karyologické poměry se doposud nepodařilo přesně zjistit, takže nevíme, zda jádra splývají nebo se párovitě sdružují.

V hostiteli se podhoubí bohatě rozvíjí v mezibuněčných prostorách a nevytváří při tom haustoria. Mycelium má četné přepážky; jednotlivé buňky jsou průměrně 8 μ široké a jejich délka je mimořádně variabilní (až 30 μ). Brzy potom, kdy se mycelium ujalo v pletivu hostitele, se určité buňky zvětšují, obalují tlustou blánou a přeměňují se tak v chlamydospory (obr. 51; *1, 2, 3*). Zbylé mycelium posléze úplně degeneruje.

Poznámka. *Protomycetaceae* se řadily do různých skupin hub a nejčastěji se naráželo na problém, zda patří k houbám vřeckatým nebo zda jsou bližší plísním. Odpověď na tuto otázku je závislá na tom, zda považujeme útvar vystupující z chlamydospory za sporangium nebo za vřecko. Sporangiem se dnes rozumí haploidní fruktifikační útvar, v němž rozpadem vznikají spory, kdežto vřecko je útvar, ve kterém splynutím dvou jader opačného pohlaví vzniká diploidní jádro, které pak podléhá redukčnímu dělení. Zařazení rodu *Protomyces* souvisí s tím, kde dochází ke splynutí jader a k redukčnímu dělení. Büren poznamenává, že s konečnou platností nelze dosud tuto otázku rozřešit, ale vzhledem k dosavadním výsledkům lze s velkou pravděpodobností předpokládat, že jádra splývají v mladých chlamydosporách a že k redukci dochází při tvorbě spor, tj. při dělení mateřské sporové buňky ve 4 spory. Je-li tato domněnka správná, musímu chlamydosporu a útvar z ní vystupující srovnávat s vřeckem. Chceme-li srovnávat přesněji, bylo by lépe mateřské sporové buňky srovnávat s jednotlivými (nahými) vřecky, celý útvar by se pak mohl označit jako „synascus" a endospory by se rovnaly askosporám. Z tohoto důvodu se tyto houby někdy dávají do zvláštních samostatných skupin *„Synascomycetes"*. Bessey (1951) povyšuje *Protomycetaceae* na řád *Protomycetales* a dává jej do plísní za řád *Peronosporales*. Nejdůležitějším je rod *Protomyces*.

Taphrinaceae (Exoascaceae)

Taphrinaceae (*Exoascaceae*) cizopasí na kapradinách, na jilmovitých, břízovitých, bukovitých, vrbovitých a na růžovitých. Mycelium proniká mezibuněčnými prostorami, aniž vytváří haustoria. Od čeledi *Protomycetaceae* se *Taphrinaceae* liší především tím, že vytvářejí typická vřecka, ve kterých vzniká 4—8 askospor. Vřecka se zakládají pod kutikulou na pod-

50. *Protomyces macrosporus*. *1.* Vytrvalá spora. Tmavá centrální část obsahuje vakuoly, periferní vrstva je světlá. *2.* Vystupující sporangium, jehož obsah je silně vakuolisován. *3.* Při stěně sporangia jsou uspořádány mateřské sporové buňky. Každá z těchto neoblaněných mateřských sporových buněk má jádro. *4.* Mateřské sporové buňky na průřezu; jádra se rozdělila. *5.* Jednotlivé mateřské sporové buňky s rozdělenými jádry. *6.* a, b — Mateřské sporové buňky se dělí ve čtyři jednojaderné části, které se později přeměňují v endospory. *7.* Mateřská sporová buňka s jedním jádrem. *8.* Mateřská sporová buňka, jejíž jádro je zachyceno při dělení (redukční dělení?). *9.* Jádro téměř po úplném dělení v mateřské sporové buňce. *10.* Skupina mateřských sporových buněk ve sporangiu. *11.* Sporangium má na vrcholu otvor a klubíčko spor jím bylo vymrštěno. *12.* Endospora se dvěma silně světlomilnými tělísky, která jsou zbarvena intravitálně neutrální červení (a); b, c, d — splývající endospory, tělíska rovněž zbarvena neutrální červení.

Podle Bürena 1915

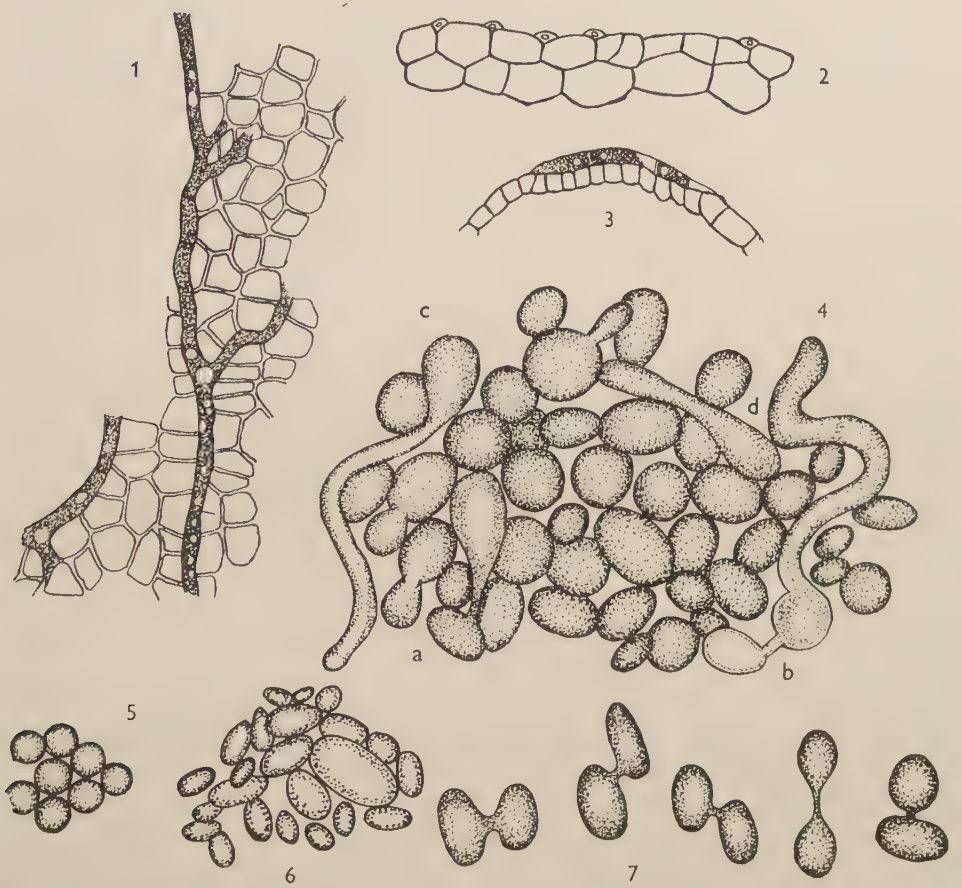
houbí a později pronikají kutikulou ven a vyprazdňují svůj obsah. U napadených rostlin se objevují patologické změny (hálky, věníky, skvrny na listech). Několik druhů napadá hlubší vrstvy pletiv hostitele (zvláště ty druhy, které tvoří věníky a hálky), jiné se vyvíjejí jen na povrchu mezi kutikulou a epidermis (část druhů, které vytvářejí věníky, a hlavně druhy, které se projevují skvrnami na listech) (obr. 57 - vřecka).

Mycelium. Při studiu podhoubí vyvolává zvláštní zájem otázka přezimování hub. U hub tvořících věníky se již předem předpokládalo, že mycelium vytrvává ve věnících. Naproti tomu u druhů, které napadají jen listy, otázka nebyla jasná a byly o ní vyslovovány pouze domněnky.

51. *Protomyces. 1.* Příčný řez lodyhou kmínu *Carum carvi*, jež je infikována *Protomyces macrosporus. 2.* Příčný průřez škardou *Crepis paludosa*, jež je infikována Protomyces. Infekce v cévním svazku a v základním parenchymu. Ep — epidermis, sp — chlamydospory, s — cévní svazek, pa — základní parenchym. *3.* Mladé mycelium *Protomyces macrosporus*, jehož hyfy naduřují interkalárně nebo na koncích postranních větví v chlamydospory. Mycelium získáno z příčného průřezu lodyhou kmínu *Carum carvi.*

Podle Bürena 1915

U skupiny druhů, které vyvolávají vznik věníků, prokázal Rathay (1881), že u *Taphrina cerasi* Sadeb. je mycelium jak v jednoletých, tak i ve víceletých částech věníků; nalezl je v primární kůře, v parenchymu sekundární kůry, v dřeňových paprscích, v dřeni a kambiu. K stejným výsledkům dospěl Kutsomitopulos (1883), který nalezl mycelium kromě uvedených pletiv ještě v dřevním parenchymu. U *Taphrina pruni* Tul. sledoval již de Bary, jak mycelium prorůstá stopkou napadených



52. *1.* Mycelium *Taphrina epiphylla* v epidermis pupenů (plošný řez). Mycelium se zde nachází jako jemná přepážkovaná vlákna nad stěnami epidermálních buněk. *2.* Mycelium *Taphrina epiphylla* na příčných řezech pupeny v podobě malých okrouhlých útvarů, které zde leží vždy mezi dvěma sousedícími epidermálními buňkami. *3.* Mycelium *Tapphrina epiphylla* na vegetačním vrcholu po délce protažené nad epidermis. *4.* Kopulace u *Taphrina epiphylla.* Na obrázku je patrno, že vyklíčená vlákna některých „konidií" hledají ke kopulaci vzdálenější „konidie", při čemž bližší „konidie" míjejí (a); a, b — kopulace; c, d — klíčení bez kopulace. *5. Taphrina epiphylla.* Osm askospor, které byly zároveň vymrštěny. *6. Taphrina epiphylla.* Pučivé mycelium. *7.* Kopulace u *Taphrina epiphylla.* Kopulace pučivých „konidií": oboustranná poloha obou kopulantů je různá a nezdá se, že by podléhala určitým pravidelnostem. Kopulační kanálek tvoří zpravidla nejkratší spojení mezi oběma „konidiemi".

Podle Wiebenové 1927

plodů až do větví. Tím bylo tedy stanoveno, že houba u těchto druhů přezimuje v pletivu hostitele.

Studiem přezimování u některých druhů se zabývala Wiebenová (1927). Dále jsou uvedeny výsledky jejího pozorování.

1. *Přezimování mycelia u druhů vytvářejících věníky.* Jak již bylo výše podotknuto, u *Taphrina cerasi* Sadeb. a jiných druhů mycelium vytrvává a přezimuje ve větvích. Ale u jiných druhů, které vytvářejí věníky, se vyskytují i jiné možnosti přezimování.

Taphrina epiphylla Sadeb. se vyskytuje pod kutikulou na epidermis olše šedé [*Alnus incana* (L.) Moench]. Protože cizopasí na olši jen tímto způsobem, dá se předpokládat, že místem přezimování jsou pupeny, neboť větve věníků jsou v zimě zkorkovatělé, a nemají tedy ani epidermis, ani kutikulu. Wiebenová (1927) také prokázala, že na všech částech pupenu se vyskytuje mycelium; bylo zjištěno jak na krycích šupinách, tak v základech listů a na vegetačním vrcholu. Mycelium se tu vyskytuje povrchově v rýžkách mezi epidermálními buňkami a je kutikulou jen přikryté. Na tangenciálních řezech pupenu, které daly plošné řezy listů, nalézáme mycelium jako jemné mnohobuněčné hyfy mezi stěnami epidermálních buněk (obr. 52; *1*); na příčných řezech pupenů, a tudíž zároveň i listů, je mycelium patrné v podobě malých okrouhlých míst mezi dvěma sousedními epidermálními buňkami (obr. 52; *2*). Na vegetačním vrcholu nalezneme mycelium protažené na epidermis (obr. 52; *3*). Když se pupeny na jaře začnou uvolňovat a mladé listy se rozvíjejí, mycelium na epidermis houstne, až konečně jeho vlákna vyplní veškeré rýžky mezi sousedními epidermálními buňkami. Na vegetačním vrcholu mladého rostoucího prýtu je vždy mycelium. Rovněž tak probíhají myceliová vlákna mezi kutikulou a epidermis mladých, dosud nezkorkovatělých větví. Na větvích věníků nasbíraných na podzim a v zimě nebylo nikde nalezeno mycelium ani v korkové vrstvě, ani v hlubších vrstvách.

2. *Přezimování druhů vyvolávajících skvrny na listech.* Wiebenová (1927) studovala přezimování *Taphrina sadebeckii* Johan., *T. bullata* Tul., *T. aurea* Fries, u nichž se infekce rozvíjí jen na omezených částech listů. Vzájemný vztah skvrn na jednom listě se nedá prokázat. Vzniká otázka, zda i tu přezimuje mycelium v pupenech. Ke zkoumání byly vzaty pupeny z větví silně napadených a v létě označených, takže se dalo předpokládat, že infekce mladých pupenů nastala již během léta při vymršťování spor z vřecek. I u *Taphrina sadebeckii* Johan., jež žije na olši lepkavé, Wiebenová zjistila, že mycelium se nevyskytlo na vnitřních částech pupenů (vegetační vrchol a mladší základy listů), nýbrž jen na starších základech zevních listů. Houba se tu vyskytuje jen v malých partiích, kdežto druhy vytvářející věníky se rozvíjejí po celém povrchu listu. U *Taphrina bullata* Tul. (na hrušni) bylo mycelium nalezeno rovněž jen v nejzevnějších částech pupenů. U *Taphrina aurea* Fries, která tvoří zlatožluté skvrny na listech topolů, Wiebenová však nenalezla mycelium ani v nejzevnějších částech pupenů. Později si vysvětlila tuto okolnost tím, že rok, ve kterém prováděla šetření, nebyl příznivý pro infekci, takže i pupeny, o nichž se dalo předpokládat, že na nich ulpěly spory, zůstaly zdravé, poněvadž pro infekci nebyly vhodné podmínky. To je zase další doklad pro to, že mycelium nevniká větvemi do pupenů připravujících se k zimnímu klidu, jako tomu je u některých druhů vytvářejících věníky, nýbrž že

tato skupina představuje jednoleté organismy, jejichž život začíná infekcí mladých pupenů sporami během léta nebo podzimu a vyprázdněním vřecek se ukončuje.

U *Taphrina deformans* Tul., která často parasituje na listech broskvoní, byl objeven saprofytický způsob života v přírodě a tím vneseno nové světlo do biologie čeledi *Exoascaceae* (vývoj této houby naznačen v dalším textu). Původní názor byl, že mycelium *Taphrina deformans* Tul. přezimuje v primární kůře, ve dřeni a ve dřeňových paprscích mladých jednoletých větví a že na jaře vniká do listů a dráždí je, takže kadeřavějí. Konečně bylo zjištěno, že *Taphrina deformans* Tul. je fakultativní parasit: dovede žít jak parasiticky, tak saprofyticky. Její saprofytické stadium jí neumožňuje jen pouhé přezimování, nýbrž zajišťuje i další rozšiřování houby, čímž se liší od hub přezimujících vytrvalými sporami, které období bez hostitele přetrvávají pasivně.

Taphrina deformans Tul. parasituje na mladých listech a na začátku léta zakládá pod kutikulou svrchní strany listů vřecka, která vytvářejí a vymršťují askospory. Askospory klíčí v pučivé mycelium, které nenachází v tuto dobu již mladé listy, jež by mohly být infikovány, a houba začíná žít saprofyticky na šupinách pupenů a na kůře větví, kde v tomto saprofytickém stadiu přezimuje. Na jaře před plným rozvinutím listů, ještě dříve, než se vytvoří houbový parenchym, se dostávají pučivé myceliové buňky (někdy nazývané konidiemi) na spodní stranu listu, kde vyklíčí v infekční vlákna. Tato vlákna pronikají do středních lamel mezi epidermálními buňkami, rostou pak v mezibuněčných prostorách v mladém pletivu listu a někdy pronikají řapíkem na krátkou vzdálenost i do větve (Mix 1935).

Ve vývojovém pochodu *Taphrina deformans* Tul. se tudíž odehrává biologicky podmíněná změna formy mezi pučivým myceliem a fází hyfnou. Ve fázi pučivého mycelia žije *T. deformans* Tul. od léta až do příštího jara saprofyticky na větvích a šupinách svého hostitele. Je možné, že v tomto saprofytickém stadiu žije i na větvích jiných stromů. Pokud buňky pučivého mycelia nejsou skryté v šupinách pupenů, lze je lehce chemicky zničit. *Taphrina deformans* Tul. představuje tedy případ, kdy parasit po tři čtvrtě roku žije saprofyticky na svém hostiteli a cizopasí na něm jen asi tři měsíce; během parasitické fáze vytváří hlavní fruktifikační formu.

Rozmnožování. Prvním vývojovým stupněm je typ, jenž může být demonstrován na příkladu *Taphrina epiphylla* Sadeb., která způsobuje na olši šedé [*Alnus incana* (L.) Moench] věníky. Studiem tohoto druhu se zabývala Wiebenová (1927).

Jak ukazuje obrázek 52, 4, klíční vlákno jedné „konidie" (Wiebenová „konidiemi" nazývá pučivé myceliové buňky) hledá ke kopulaci vzdálenou „konidii" a při tom míjí bližší „konidie". V kulturách lze sledovat při kopulaci dvojí typ „konidií": 1. „konidie" s kopulačním kanálem a 2. „konidie", které při kopulaci nejprve přijmou obsah „konidií" prvního typu a pak klíčí ve vlákna. Z toho plyne, že „konidie", a tím i askospory jsou pohlavně diferencovány. Wiebenová založila z každé askospory jednoho vřecka kultury, aby provedla exaktní důkaz. Získala tak celkem osm kmenů pučivých „konidií", které představovaly dvě skupiny. Čtyři kmeny jednoho typu kopulovaly vždy se čtyřmi kmeny druhého typu. „Konidie" z jednoho kmene a „konidie" z kmenů jednoho typu navzájem nekopulo-

valy. To dokazuje, že ve vřecku druhu *Taphrina epiphylla* S a d e b. jsou ve skutečnosti dvě různá pohlaví, a to v poměru 1:1. Současně z těchto zkoumání vyplývá, že jedna ze tří mitos, které prokázal J u e l (1921), představuje ve skutečnosti redukční dělení, neboť tam, kde se vyskytuje rozštěpení v pohlavně diferencované haplonty, musí předcházet redukční dělení. Je tedy s redukčním dělením ve vřeckách spojeno pohlavní dělení a vznikají 4+ a 4— askospory (obr. 52; *5*). Askospory vyrůstají v haploidní pučivé mycelium (obr. 52; *6*). V literatuře jsou pučivé myceliové buňky někdy označovány jako „konidie". Mnohdy pučení začíná již ve vřecku, které je pak místo askosporami vyplněno hustým pučivým myceliem.

Po určité době kopulují pučivé myceliové buňky („konidie") opačného pohlaví, při čemž obsah jedné buňky vniká do druhé (plasmogamie, obr. 52; *7*, 53; *1, 2*). Pohlavní pochod však není ještě skončen, neboť jádra kopulujících buněk nesplývají, nýbrž se sdružují v jaderný pár, v dikaryon (obr. 53; *3, 4*).

W i e b e n o v á pozorovala, že mycelium, které vzniká v kulturách po kopulaci, nemá stejnou hodnotu jako mycelium v hostiteli. U mycelia v hostiteli předchází jaderné dělení dělení buněčnému, kdežto v kulturách klíční vlákno odděluje prázdné buňky bez dělení jader a plasma se posunuje do vrcholku hyfy (obr. 53; *5*). Autorka označuje toto klíční vlákno za „pátrací hyfu", která vyhledává vhodné místo pro vniknutí do hostitele. U *Taphrina epiphylla* S a d e b. je kromě posouvání plasmy ještě další moment, který ovlivňuje hledání vhodného místa pro vniknutí do rostliny; je to spirálovitý růst na vrcholku hyfy, který možno srovnat s hledacími pohyby úponek (obr. 53; *6*).

Mycelium *Taphrina epiphylla* S a d e b. vniká do mladých pupenů olše šedé [*Alnus incana* (L.) M o e n c h]. Žije zde výlučně subkutikulárně, přezimuje a na jaře vniká do vegetačního vrcholu, který dráždí k patologickému růstu (věníky).

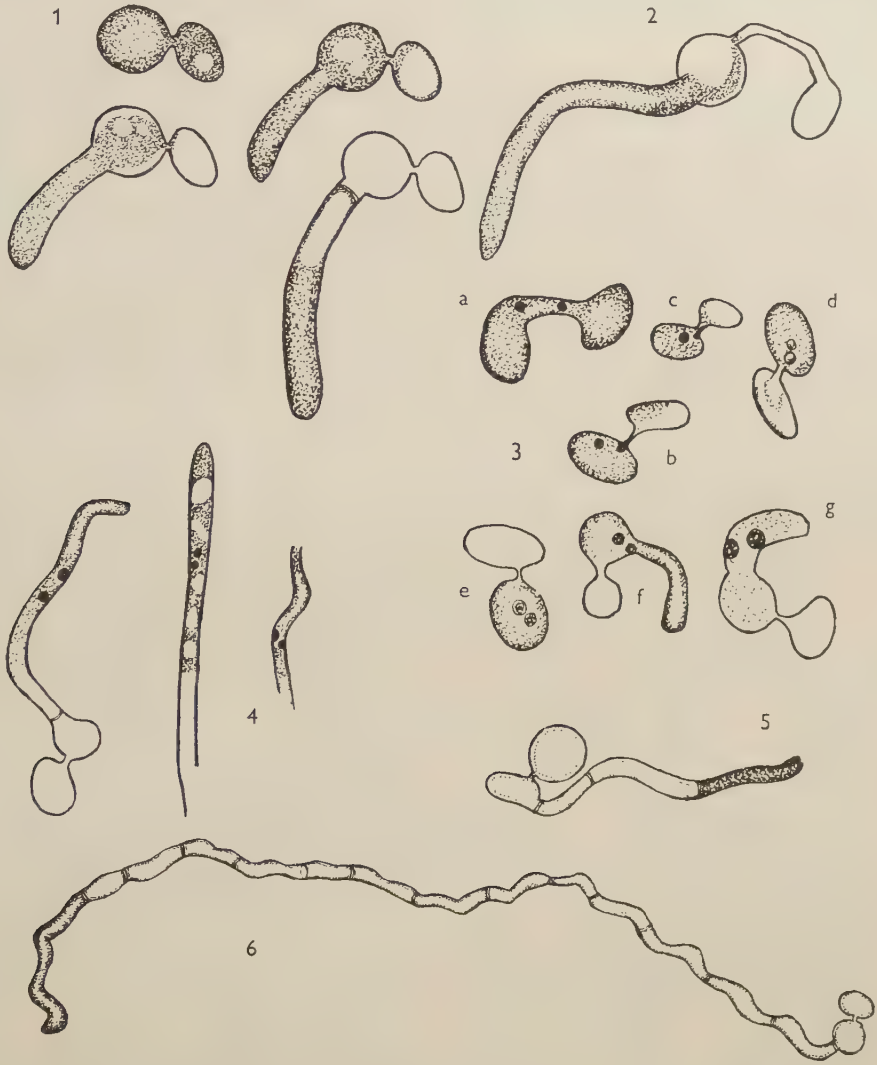
Později se v infikovaných listech vytvoří mezi kutikulou a epidermis kompaktní vrstva dvoujaderných buněk (podobné jako na obr. 54; *3*), které se zakulatí a vytvoří sekundární stěny. Tyto buňky jsou nazývány askogenními buňkami; v systematice se pro ně užívá názvu „chlamydospory". Jaderný pár splyne, takže teprve v askogenních buňkách pohlavní akt končí (jako na obr. 54; *4*).

Askogenní buňky po svém vzniku rostou většinou dále. Jejich vnější stěna se roztrhne, vnitřní se vyklene, protrhne kutikulu a přemění se v askus. Diploidní jádro prodělává nejprve obyčejné mitotické dělení (podobně jako obr. 54; *5—8*). Jedno dceřinné jádro zůstává bez funkce jako basální jádro v askogenní buňce a degeneruje, druhé dceřinné jádro jako primární jádro vřecka putuje s plasmou do mladého vřecka, načež se vřecko oddělí příčnou stěnou od uprázdněné askogenní buňky, jež se v systematické literatuře označuje jako basální buňka (obr. 54; *6*). Protože askogenní buňky leží většinou hustě vedle sebe, vřecka vytvářejí na listovém povrchu souvislou vrstvu složenou pouze z vřecek. Ve vřecku nastávají 3 jaderná dělení; jedno z nich je redukční, při němž vzniká 8 askospor, které jsou v době zralosti vymršťovány.

Další zástupci z rodu *Taphrina* mají odchylný vývoj od typu, který je představován druhem *Taphrina epiphylla* S a d e b.

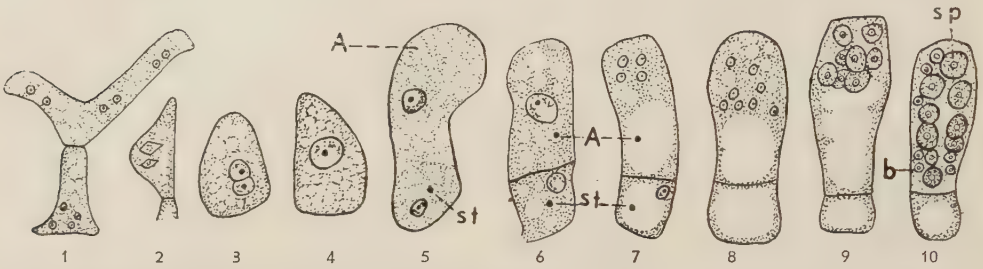
U *Taphrina deformans* T u l. askospory po vymrštění klíčí v pučivé my-

celium, které přezimuje saprofyticky na šupinách pupenů a na kůře větví. Na mladých listech vyklíčí pučivé myceliové buňky v hyfu, která proniká střední lamelou mezi epidermálními buňkami a roste v mezibuněčných prostorách listu. Dvoujaderná fáze nastává někdy v pučivých myceliových

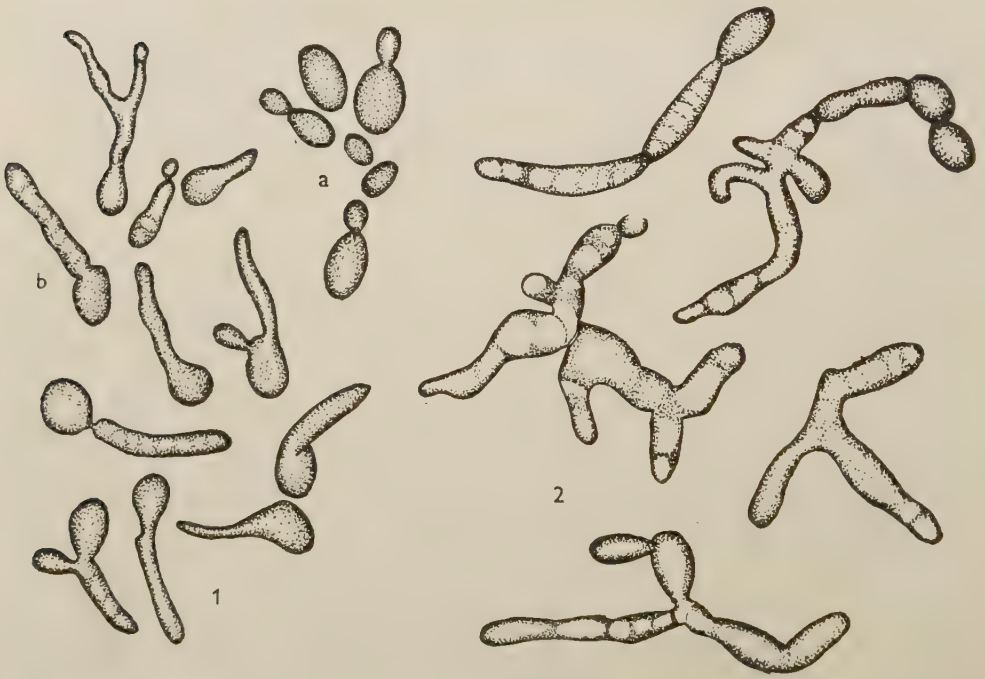


53. *1.* Kopulace u *Taphrina epiphylla.* Když se obsah jedné „kopulující konidie" dostane spojovacím kanálkem do druhé „konidie", vyklíčí tato druhá „konidie" ve vlákno, jež převezme obsah obou „konidií" a přehrádkou se oddělí od prázdného kopulačního páru. *2.* Kopulující pár u *Taphrina epiphylla.* Vysvětlení jako u obr. *1.* *3.* Kopulace *Taphrina epiphylla.* Karyologické poměry — vznik dikaryonu při plasmogamii. *4. Taphrina epiphylla.* Dikaryon v plasmě vlákna vyklíčeného po kopulaci. *5. Taphrina epiphylla.* Během růstu vlákna, které vyklíčilo po kopulaci v umělých kulturách, vyplňuje plasma vždy jen jeho vrchol a vzadu zůstávají prázdné buňky bez plasmy. *6. Taphrina epiphylla.* „Pátrací hyfa."
Podle Wiebenové 1927

buňkách někdy v intramatrikálních hyfách (tj. v hyfách uvnitř hostitele) vegetativním způsobem, a to tak, že po rozdělení jádra se stěna nevytvoří. Někdy se stane, že askospora prodělá dělení jádra, po němž se nevytvoří mezibuněčná stěna a místo v pučivé jednojaderné mycelium vyroste v dvoujadernou hyfu. Výjimečně však i dvě jednojaderné pučivé myceliové buňky



54. Karyogamie a vývoj vřecka u Taphrina deformans. *1—2.* Dvojjaderné buňky hyf. *3—4.* Karyogamie. *5—6.* Oddělení basální buňky — st; A — askus. *7—9.* Vývoj askospor. *10.* Askospory — sp — počínají již ve vřecku klíčit v pučivé buňky — b.
Podle Martina 1940, z Gäumanna 1949



55. Útvary vznikající při klíčení pučivých „konidií" *Taphrina deformans.* Na obr. *1* a jsou normální pučivé „konidie" *Taphrina deformans*, které pocházejí z téže kultury jako vyklíčelé „konidie" na obr. *1* b. Na obr. *2* jsou myceliové útvary z jiné kultury *Taphrina deformans.* Došlo tu částečně k dělení přepážkami ve více buněk. Dále se nepodařilo v kulturách tyto začátky mycelia již vypěstovat. Na svých koncích nebo postranně odškrcují opět „konidie", jež se dále pučením rozmnožují.
Podle Wiebenové 1927

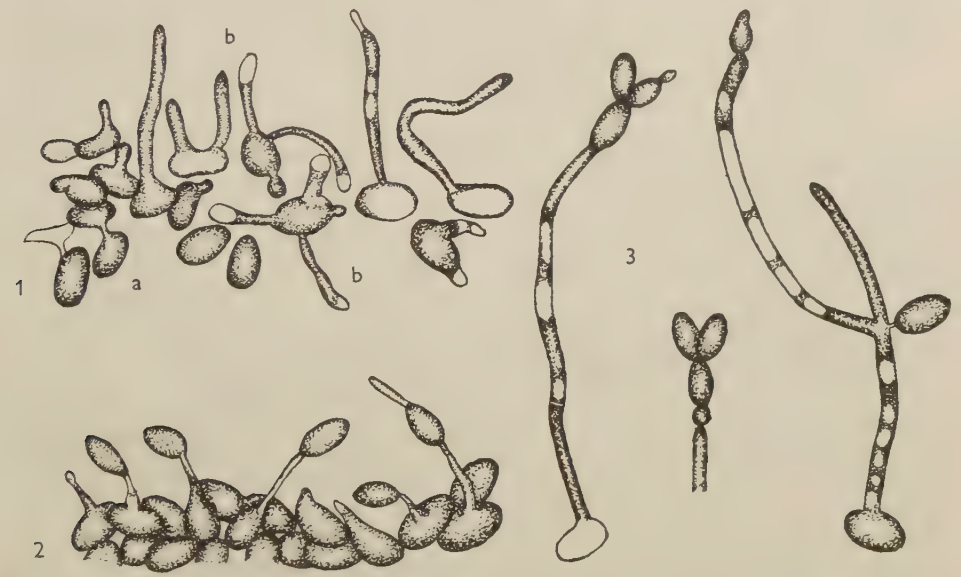
mohou ještě před infekcí kopulovat (jako u *Taphrina epiphylla* Sadeb.) a vyrůst ve dvoujadernou infekční hyfu. Somatogamická kopulace je ještě možná, ale není již nutná.

U *Taphrina johansonii* Sad., která žije na osice, neprobíhá vůbec žádná kopulace a dvoujadernost nastává někde v hyfách dělením jádra, po němž nenásleduje vznik přepážek. Tím plasmogamie odpadá a zůstává jen karyogamie.

U *Taphrina potentillae* Sadeb. dikaryofáze nastává vždy vegetativním způsobem, jen její počátek je zpravidla vsunut do klíčících askospor. Na počátku klíčení askospor se jejich jádro rozdělí, takže pučivé buňky jsou od počátku dikaryotické a celý životní cyklus je diplobiontický.

Přehled *Taphrinaceae*. Dlouho se řadily druhy se 4, respektive 8 sporami ve vřecku do rodu *Exoascus*; druhy, u kterých nastávalo klíčení askospor v pučivé mycelium již ve vřeckách, se zařazovaly do rodu *Taphrina*. Poněvadž se však toto dělení později ukázalo neudržitelným, byly oba rody spojeny v jeden rod, tj. v rod *Taphrina,* jehož pojmenování má prioritu.

Taphrinaceae žijí na cévnatých rostlinách (*Cormophyta*) a jejich vřecka se vyskytují ve třech tvarech. *Taphrinaceae*, jež parasitují na kapradinách, mají kyjovitá a dolů zúžená vřecka. Druhá skupina *Taphrinaceae*, která parasituje na jilmovitých, břízovitých, bukovitých a vrbovitých, má tupá, válcovitá vřecka. Další zástupci, kteří parasitují na růžovitých, mají vřecka kyjovitá až úzce válcovitá, nahoře více nebo méně zakulacená. Kromě rodu *Taphrina* rozlišujeme ještě rod *Magnusiella.*



56. *1.* Pučivé „konidie" *Taphrina pruni*, a — kopulace, b — tvorba pučivých vláken. *2.* Pučivé „konidie" *Taphrina pruni*, které vytvářejí na krátkých sterigmatech „konidie". *3.* Pučivé hyfy *Taphrina pruni* s konidiemi.
Podle Wiebenové 1927

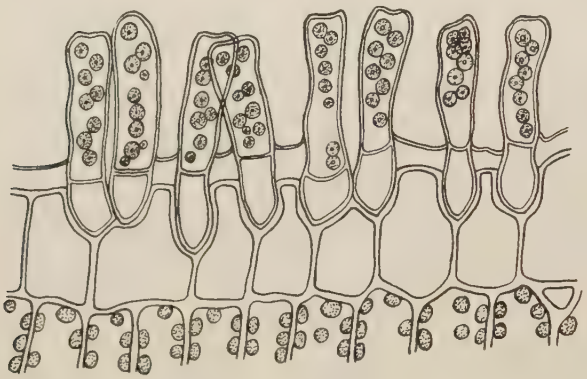
Přehled Taphrinaceae

(podle Giesenhagena)

1. Vřecka se zakládají interkalárně v souvislé vrstvě pod kutikulou, kterou posléze prorážejí.
   Taphrina
2. Vřecka se nevytvářejí v subkutikulární vrstvě, nýbrž jednotlivě a terminálně na koncích hyf, které pronikají mezi epidermální buňky.
   Magnusiella

Plectascales

Řádem *Plectascales* začínají typické houby (*Euascomycetes*), u kterých se vřecka většinou zakládají prostřednictvím askogenních hyf. Plodnice jsou uzavřené, u převážné většiny druhů nemají ústí a jejich vnitřek je nenapravitelně prorostlý askogenními hyfami; vřecka (obyčejně kulovitá) jsou nepravidelně rozptýlena v základním pletivu plodnice. Zevní pletivo plodnic může u vyšších druhů vytvářet obalnou vrstvu, tzv. peridii, která se v době zralosti askospor rozpadá, takže se askospory dostávají pasivně z plodnice ven. Jen u čeledi *Ophiostomataceae* buňky peridie zeslizovatí a tak se na vrcholu plodnic tvoří ústí.



57. Příčný řez listem olše napadeným *Taphrina Tosquinetii;* je vidět vřecka s askosporami. Podle Sorauera 1908.

Přehled čeledí

1. Plodnice zůstávají uzavřené.
   a) Vznik plodnice je zpravidla uveden založením pohlavních orgánů.
      α) Plodnice jsou málo diferencované, jsou složeny z volného pletiva.
         Čel. Gymnoascaceae
      β) Plodnice mají zřetelně diferencovanou obalnou vrstvu, pseudoparenchymatickou peridii.
         Čel. Aspergillaceae
   b) Pohlavní orgány, pokud se vyskytují, se zakládají uvnitř plodnice.
      α) Epigeické druhy.
         Čel. Onygenaceae
      β) Hypogeické druhy.
         Čel. Elaphomycetaceae
2. Plodnice vytvářejí na vrcholu ústí.
   Čel. Ophiostomataceae

Z *Plectascales* bude podrobněji probírána jen čeleď *Aspergillaceae* s důležitými rody *Aspergillus, Penicillium* a *Thielavia.*

Aspergillaceae

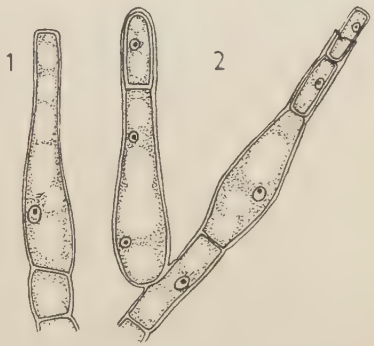
Aspergillaceae žijí většinou saprofyticky, vzácněji parasiticky jako původci chorob rostlin nebo mykos teplokrevných živočichů. Často způsobují hniloby uskladněných produktů a poškozují semena při klíčení. *Thielavia basicola* Zopf je příčinou hniloby kořenů u různých rostlin.

Nepohlavní rozmnožování. Při nepohlavním rozmnožování se dají rozlišit dva typy:

1. exogenní řetězce konidií (např. *Penicillium* a *Aspergillus*),

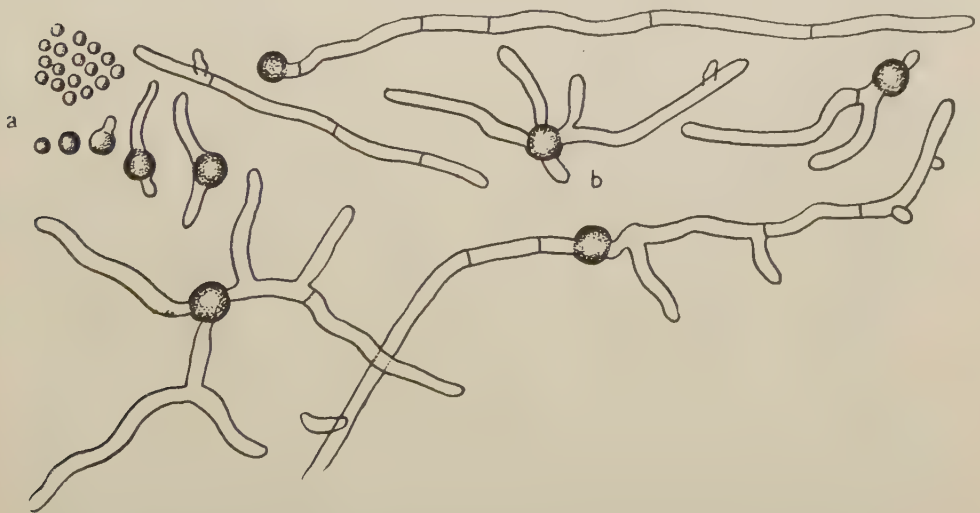
2. endokonidie (u některých druhů rodu *Thielavia*); mateřská buňka sporová se nazývá fialida (někdy se označuje jako „sterigma").

U řetězcového typu fialida postupně odškrcuje zevně konidie. U vyšších druhů tohoto typu se fruktifikační hyfy zdvihají nad substrát a vytvářejí zde charakteristicky stavěné konidiofory. Konidiofory u rodu *Aspergillus* jsou nerozvětvené nebo jen málo rozvětvené a na koncích naduřují do tvarů hlaviček, na kterých se tvoří fialidy. U rodu *Penicillium* jsou konidiofory vícekrát rozděleny a fialidy nepřisedají na hla-



58. *Thielavia basicola. 1.* Mladý konidior před odškrcením první konidie. *2.* Další stadium. Na levé větvi se stěna utvořila kolem první konidie; basální buňka je opět dvojjaderná. Na pravé větvi je první konidie právě vymršťovaná z obalu.

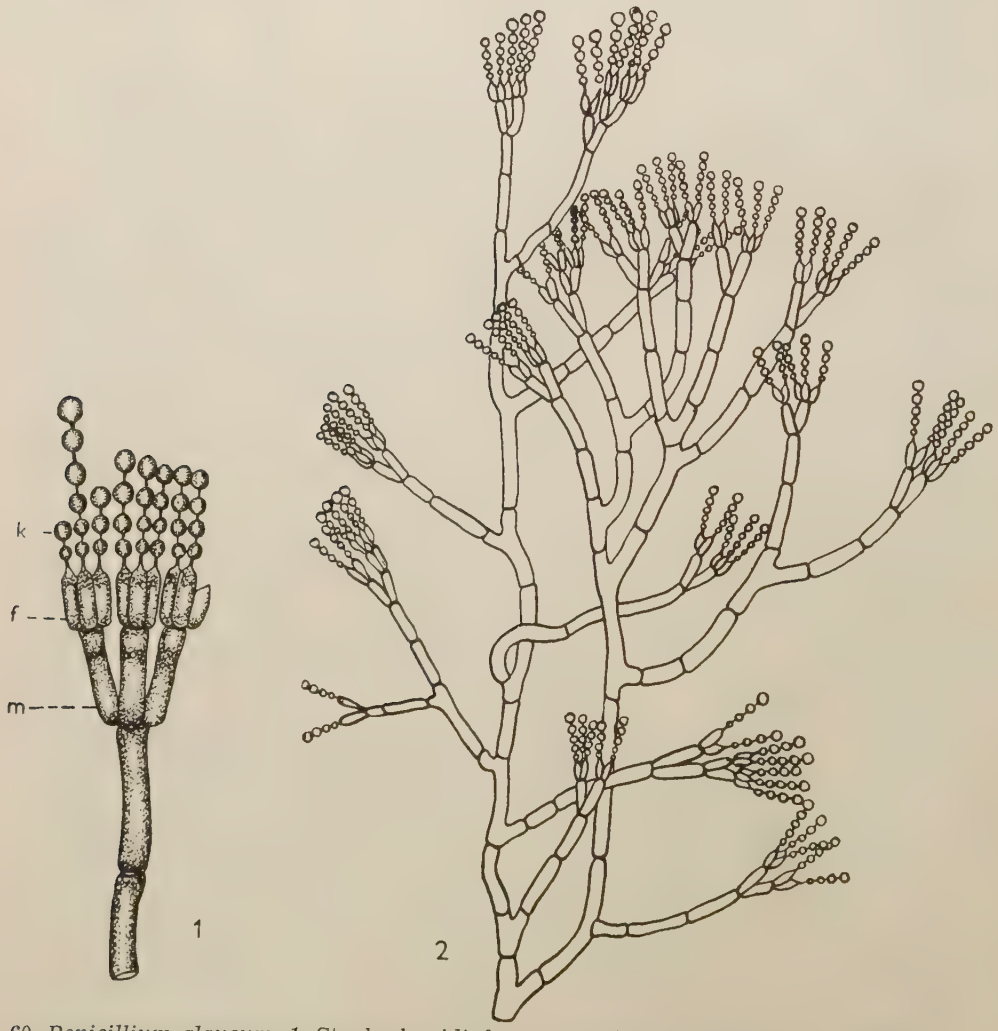
Z Gäumanna 1926 podle uvedených pramenů



59. *Penicillium glaucum.* Konidie — a, jejich klíčení v myceliová vlákna — b. Podle Brefelda 1874

vičkovitých naduřeninách Nejzevnější větve, ze kterých fialidy vyrůstají, mají někdy určitou systematickou hodnotu a nazývají se metulae. Za nepříznivých podmínek výživy se konidiofory shlukují u některých druhů rodu *Penicillium* v koremia.

U endogenního typu, který se vyskytuje např. u *Thielavia basicola* Zopf, se ve fialidách jádro rozdělí ve dvě jádra. Jedno dceřinné jádro putuje do vrcholu, druhé zůstane na basi. Nato se mezi jádry založí přepážka. Nyní se membrána terminální buňky rozdělí ve vnější a ve vnitřní vrstvu, vnější se roztrhne na vrcholu a konidie, která se tam utvořila, vystupuje zvolna ven. Mezitím se jádro basální buňky opět dělí a oddělování konidie se opakuje. Při vzniku každé konidie se obal prodlužuje, takže



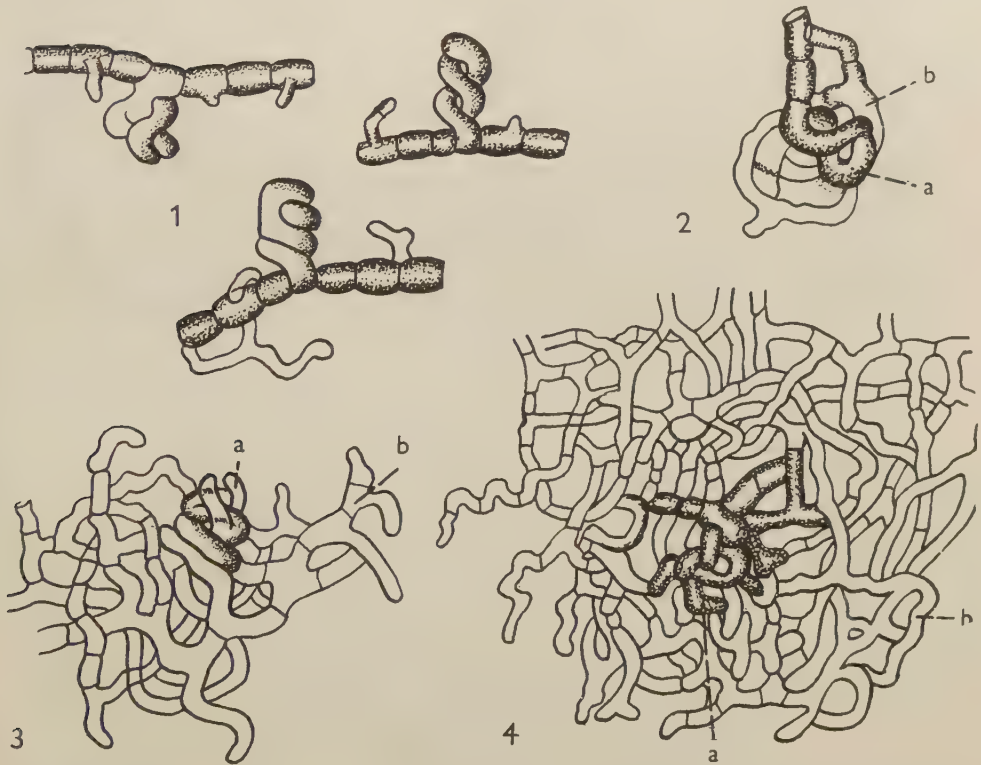
60. *Penicillium glaucum*. *1.* Stavba konidioforu a vytváření konidií; m — metuly, f — fialidy, k — konidie. *2.* Rozvětvený konidiofor.

Podle Brefelda 1874

v obalu leží konečně uzavřena dlouhá řada konidií, která je pomalu vytlačována ven (obr. 58).

Vedle exogenních a endogenních konidií se u některých rodů čeledi *Aspergillaceae* vytvářejí také tlustostěnné gemmy a sklerocia jako nepohlavní rozmnožovací formy.

Pohlavní rozmnožování. Zakládání plodnic zpravidla začíná vytvořením kopulačních větví. Samčí kopulační větev tvoří samčí gametangium — anteridium. Samičí kopulační větev se naproti tomu u mnohých druhů rozděluje v jednobuněčný nebo vícebuněčný přijímací orgán trichogyn a v jednobuněčné nebo vícebuněčné gametangium (askogon). Celá samičí kopulační větev se nazývá archikarpium. U obou kopulačních větví dochází u různých druhů k regresi. U *Penicillium „crustaceum"* (Brefeld 1874 aj.) jsou obě kopulační větve stejné.



61. *Penicillium glaucum*. *1.* Pohlavní orgány, které se obtočily a snad kopulovaly. Samičí pohlavní orgán nazývá Brefeld askogon, samčí pollinodium. Pohlavní orgány nasedají na tlusté rozčleněné myceliové vlákno. *2.* Totéž po oplození; a — oplozený askogon, b — sterilní vlákna, která se v blízkosti askogonu vyskytují ihned po jeho oplození. *3.* Pokročilejší stadium; a — askogon vyrůstající po oplození, b — sterilní vlákna. *4.* Další stadium; a — askogon, b — sterilní vlákna.

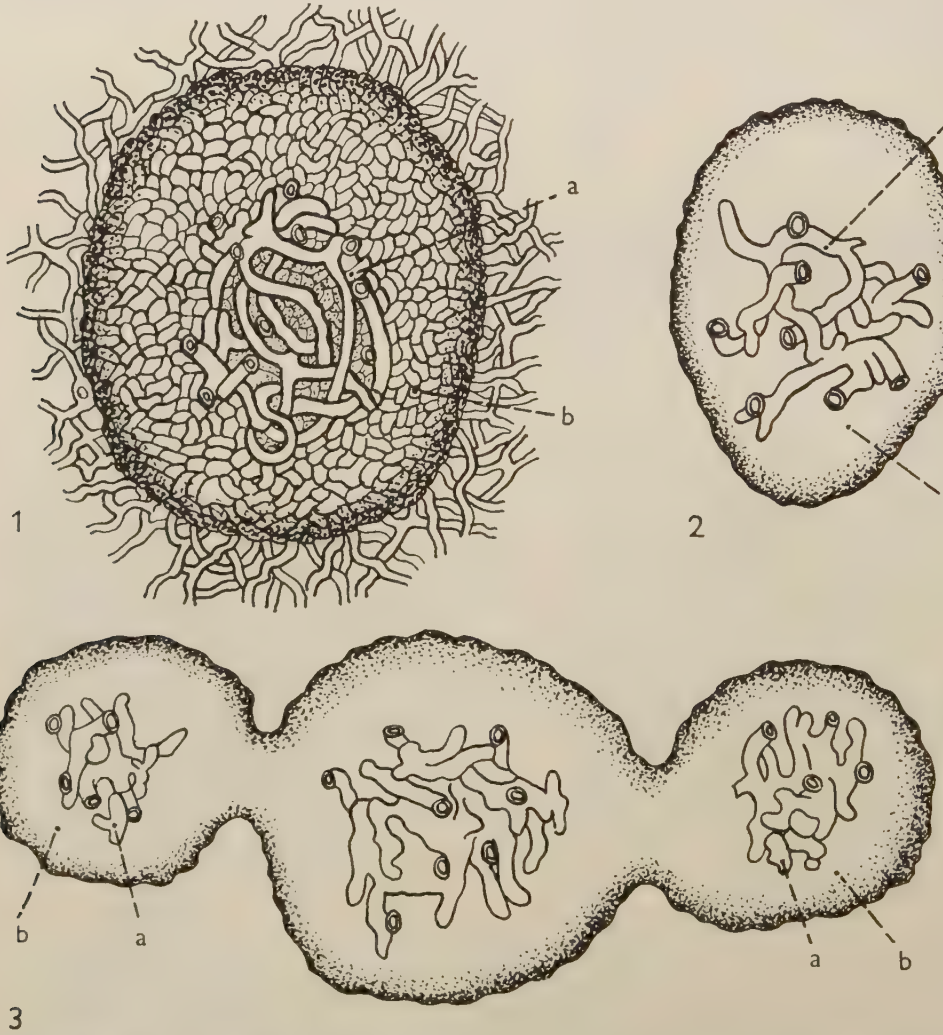
Podle Brefelda 1874

Poznámky ke kopulačním poměrům.

1. U některých druhů, tak u *Monascus purpureus* Went., *Magnusia nitida* Sacc. aj., dochází k normální kopulaci. Obsah antheridia vstoupí trichogynem do askogonu, ze kterého vyrůstají askogenní hyfy.

2. Antheridium může být sice založeno, ale neúčastní se pohlavního aktu a dikaryofáze začíná uvnitř samičího gametangia náhradním způsobem (např. *Aspergillus glaucus* auct., *Aspergillus repens* (Cda.) De By., *Penicillium vermiculatum* Dangeard.

3. Antheridium se vůbec nezakládá a askogon se vyvíjí sám (např. *Aspergillus flavus* Link., *Aspergillus fumigatus* Fres.



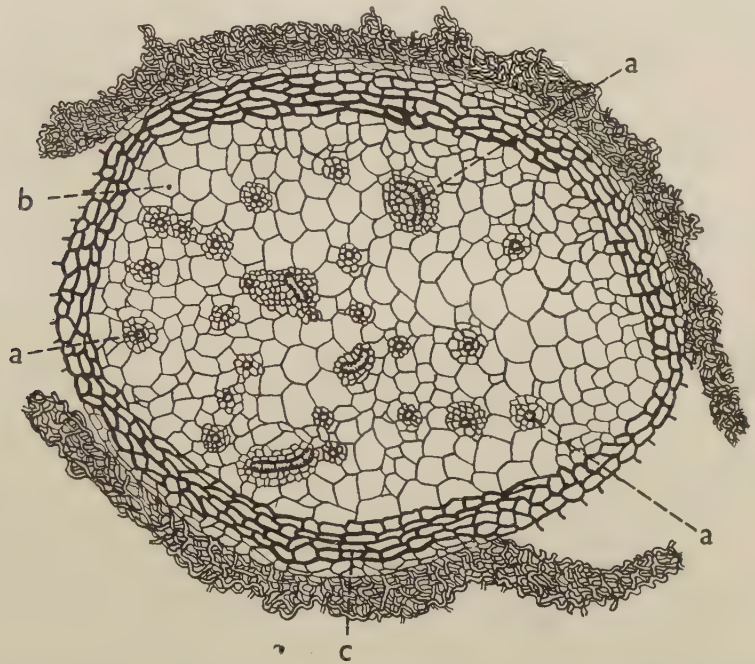
62. *Penicillium glaucum*, mladá plodnice. *1.* Celkový obrázek, a — askogenní hyfy, b — sterilní pletivo. *2.* Jako obr. 1, jen obrysy. *3.* Obrysy tří srostlých plodnic. Podle Brefelda 1874

4. Ani samčí, ani samičí kopulační větev se nezakládají a kopulace nastává somatogamicky mezi obyčejnými vegetativními buňkami.

Po nastoupení dikaryotického stavu vyrůstají z askogonu askogenní hyfy, které se u různých druhů dále vyvíjejí různým způsobem. U *Penicillium stipitatum* Thome vyrůstá primární askogenní hyfa, která se na svém vrcholu keříčkovitě rozvětvuje v sekundární askogenní hyfy, a ty vytvářejí vřecka. U *Penicillium glaucum (crustaceum)* ve smyslu Brefeldově (1874) jsou primární askogenní hyfy nejdříve bez přepážek; po ukončení období klidu se buňky rozdělují a z nich vyrůstají jednak hlemýždovitě svinuté sekundární askogenní hyfy, které později vytvářejí vřecka, jednak tenké vyživovací hyfy, které vnikají do sterilního základního pletiva, rozpouštějí je a získávají tak prostor a výživu pro rostoucí vřecka.

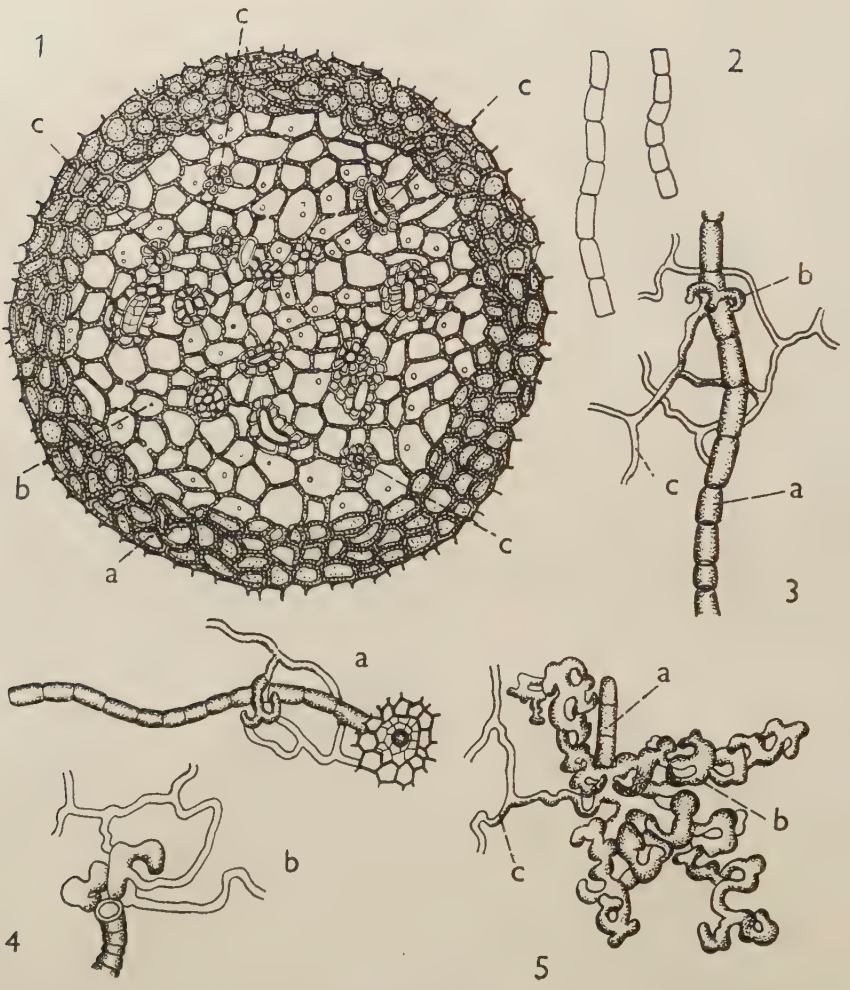
Plodnice u *Aspergillaceae* jsou rozmanitě utvářeny a u jednoho a téhož rodu, např. u rodu *Penicillium,* jsou různé. U nejnižší sekce, kam patří např. *Penicillium luteum,* nemají perithecia žádnou výraznou peridii. U jiné sekce (*Penicillium stipitatum*) mají perithecia výraznou obalnou vrstvu, která je složena ze dvou částí, ze světlé vnitřní a z tmavé zevní. Skupina *Penicillium crustaceum* má sklerotické plodnice.

Penicillium crustaceum Fr. Jako podrobnější příklad zástupce z čeledi *Aspergillaceae* bude probráno *Penicillium crustaceum* Fr. (= *P. glaucum* Link) ve smyslu Brefeldově (1874).



63. *Penicillium glaucum.* Průřez mladou vzrostlou plodnicí, kdy se již začínají ztlušťovat membrány; a — askogenní hyfy, obklopeny malými sterilními buňkami v základním pletivu — b, c — okraj základního pletiva, tvořený buňkami, které počínají ztlušťovat své membrány.

Podle Brefelda 1874

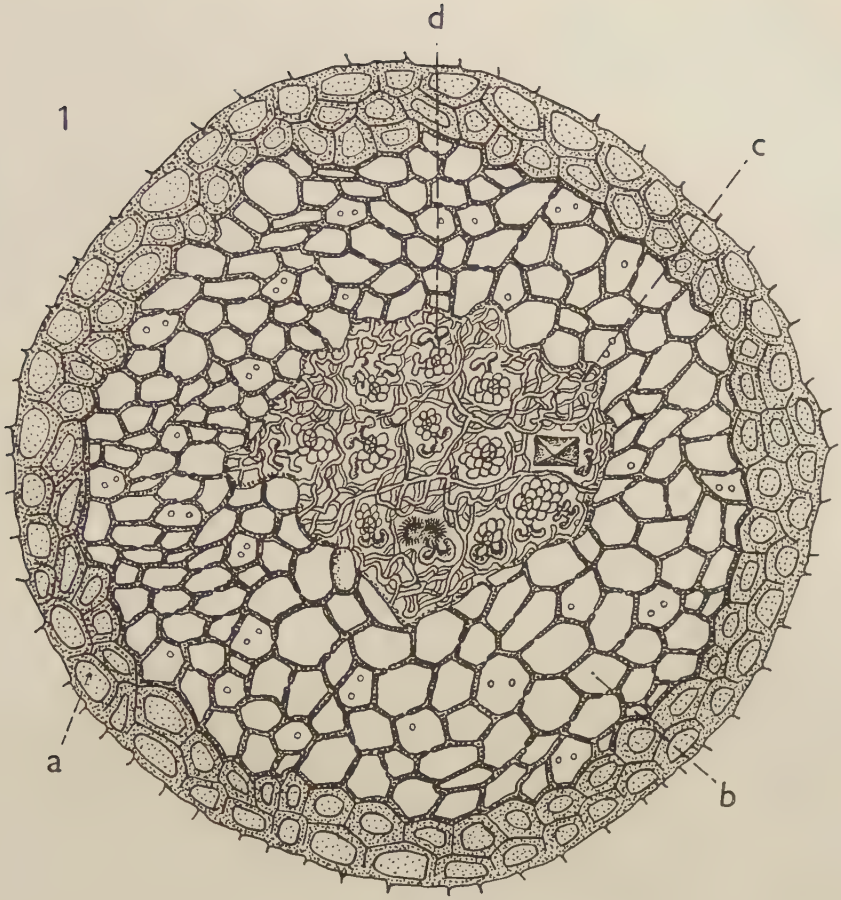


64. *Penicillium glaucum. 1.* Průřez plodnicí ve sklerotickém stavu. *2.* Askogon na počátku znovuobživení plodnice. Askogon se již rozdělil v řadu buněk, ale k růstu vláken z těchto buněk zatím nedošlo. *3.* Vlákna vyrostlá z askogonu; a — askogon, b — tlustá vlákna, vyrostlá z askogonu (později tvoří vřecka), c — tenká myceliová vlákna (b, c — pocházejí z téže buňky askogonu). *4.* a — askogon, vyrůstající z růžice buněk sterilních, b — příčný řez askogonem, buňkou askogonu, ze které vyrůstají vlákna. *5.* Vlákna vyrůstající z askogonu v posledním stadiu, kdy se dají ještě rozeznat původní poměry; a — askogon rozdělený v jednotlivé buňky, b — askogenní hyfy s četnými postranními hyfami, c — myceliová vlákna.

Podle Brefelda 1874

65. *Penicillium glaucum. 1.* Poněkud tangenciální průřez plodnicí 3—3½ měsíce starou. Veškeré askogony vyrostly ve vlákna a strávením sterilního pletiva vznikla dutina, která je vyplněna vlákny, pocházejícími z askogonů; a — okrajová zona, b — sterilní základní pletivo, c — myceliová vlákna, která jsou v bezprostředním sousedství obklopujícího nestráveného pletiva a to rozpouštějí a stravují, d — askogenní vlákna vytvářející vřecka. *2., 3.* Vrcholy dvou askogenních vláken, na jejichž koncích jsou již téměř zralé větve se vřecky; *2.* bez myceliového vlákna; *3.* s myceliovým vláknem.

Podle Brefelda 1874

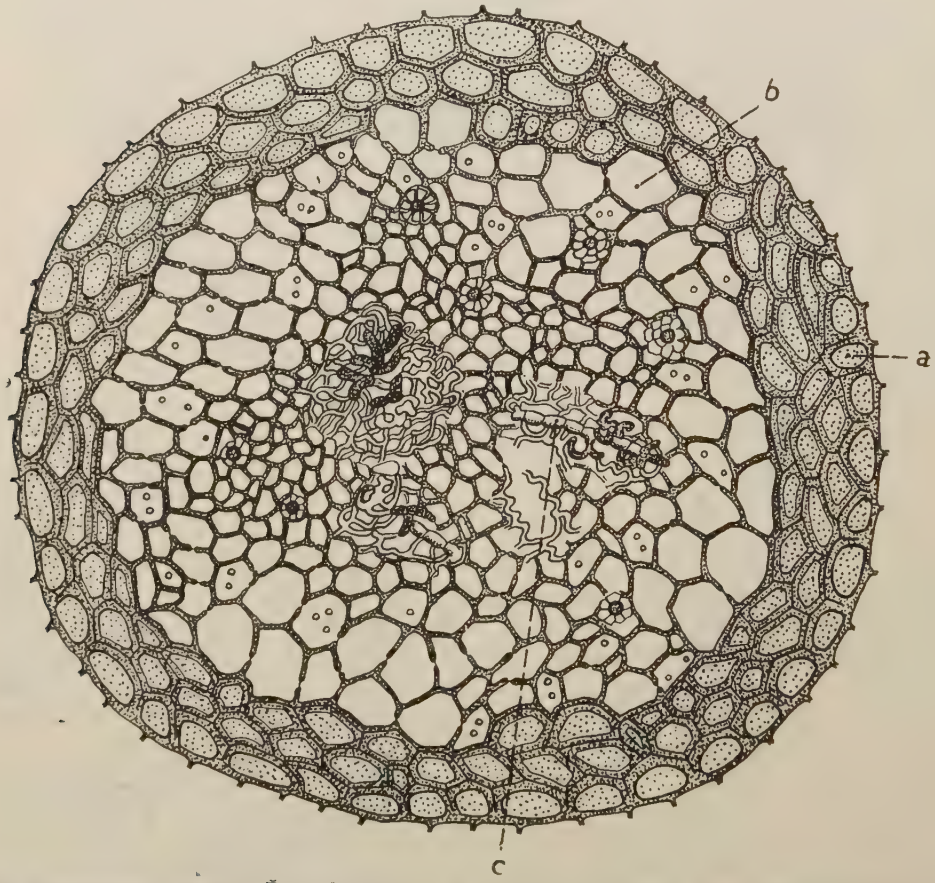

d
1
c
a
b

2

3

Brefeld (1874) v úvodu podtrhuje, že při studiu vývoje hub je nutno vyjít z jedné spory a z ní vypěstovat kulturu. Zatím co u ostatních rostlin byla tato metoda již samozřejmostí, u hub, jejichž spory jsou velmi malé, pracovali dřívější mykologové s masou spor, ze kterých získávali kultury na pozorování.

Konidie se při klíčení zvětšují až na trojnásobek své původní velikosti a jejich obsah i jemná hladká blána se stávají zřetelnými. Obsah se skládá z jemně zrnité plasmy a z velmi malých vakuol. Konidie brzy vyklíčí v jednotlivá vlákna, která rostou různými směry. Pod vrcholem vyklíčených vláken vzniká brzy přehrádka, konečná buňka dále roste, rozvětvuje se, dělí se znovu atd. Oddělené buňky sice již do délky nerostou, ale mohou z nich vyrůstat postranní větve. Rozrůstá se tak mycelium, které se monopodiálně rozvětvuje; má postranní větve dvojího typu: jedny větve vznikají z konečné buňky, druhé z oddělených buněk. Celý systém větví se rozvíjí odstředivě na všechny strany od konidie (obr. 59).



66. *Penicillium glaucum*. Řez plodnicí po 9 týdnech kultivace. Růst askogenních vláken uprostřed již značně pokročil; a — okrajová zona, b — sterilní základní pletivo, c — askogony vyrůstají v tlustá askogenní (vřecka vytvářející) vlákna a v tenká (myceliová) vlákna.

Podle Brefelda 1874

Nejdříve třetího dne a nejpozději pátého dne po naočkování se objevují konidiofory. Vznikají na libovolných hyfách, které se zvedají z kultivační tekutiny do volného prostoru. Konidiofory jsou jen myceliová vlákna, která se přeměnila k odškrcování konidií; nemají určitý původ a určité místo na myceliu.

Konidiofory brzy dokončují svůj růst do délky. Na jejich koncích vznikají fialidy, které na vrcholech kulovitě naduřují v konidie. Pod první konidií vzniká druhá, pod druhou třetí atd. Na fialidě se tak postupně odškrcují konidie, které tvoří řetěz, v němž nejhořejší konidie je nejstarší a konidie přisedající přímo na fialidu je nejmladší. Jednotlivé konidie v řetězci jsou navzájem spojeny můstky, které představují zbytky fialidy (obr. 60).

Sedmého dne po naočkování se objevují počáteční stadia plodnic. První stadia, která mohl Brefeld pozorovat, byly spirálovitě stočené buňky (obr. 61; *1, 2*), které nasedaly na myceliové vlákno. Vznikají otázky: Dochází ke kopulaci obou buněk nebo ne? Pocházejí buňky, jež se spirálovitě stáčejí, z jednoho vlákna nebo ze dvou různých vláken? Autorovi se pro technické potíže nepodařilo rozřešit tyto otázky. Soudí, že ke kopulaci dochází. Tento závěr přebírá v novější době i Greis (1943), který se domnívá, že obě stejné kopulační hyfy, které se spirálovitě stáčejí kolem sebe, kopulují. Pak by šlo o isogamickou kopulaci.

Brzy část spirály, kterou podle Brefelda musíme považovat za oplozený samičí orgán, Brefeldem nazývaný „askogon", začne vyrůstat v tzv. primární askogenní hyfy. Současně myceliové vlákno, na které přisedají pohlavní orgány, začne ve značné míře vytvářet větve. Růst těchto větví, které se nazývají sterilní vlákna, je proti primárním askogenním hyfám nápadně rychlý (obr. 61; *3*). „Askogon" je jimi brzy obrostlý a uzavřený. V tomto stadiu je celek svazkem vláken, který se dá velmi těžko pozorovat (obr. 61; *4*). Hustota tohoto pletiva vzniká také tím, že primární askogenní hyfy pronikají do celého pletiva. Tyto okolnosti znemožňují detailní studium tohoto „askogonu" a v tom také je potíž v dalších průzkumech, ve kterých by se Brefeld byl nedovedl orientovat, kdyby nebyl bral k vysvětlení vzniku plodnic (obr. 62) první zjištěná stadia.

Jak již bylo poznamenáno, „askogon" v době, kdy ho začnou obklopovat sterilní vlákna, vytváří primární askogenní hyfy, které v dalším vývoji pokračují v růstu a rozvětvování. Na průřezu mladými plodnicemi jsou primární askogenní hyfy na první pohled nápadné svou tloušťkou, která je téměř dvojnásobná proti tloušťce sterilních vláken. Další vývoj plodnic je charakterisován rozvojem sterilních částí plodnice; sterilní buňky se zvětšují, ale primární vlákna askogonu nikoliv; ta rostou jen do délky (obr. 63). V určitém okamžiku přestane zvětšování sterilních buněk a začne tloustnutí jejich membrán. Asi 12.—14. dne po naočkování přecházejí plodnice do sklerotického stavu. První znaky tloustnutí membrán se objevují v plodnici současně na dvou místech, na periferii a uvnitř. Uvnitř plodnice tloustnou blány primárních askogenních hyf a kolem nich jako kolem centra se šíří tloustnutí buněčných blan v sousedních buňkách. Tloustnutí buněčných blan (na úkor obsahu buněk) se tedy šíří v plodnici jednak od jejího kraje, jednak z jejího středu, až konečně jsou blány všech buněk ztloustlé a plodnice přecházejí úplně ve sklerotický stav (obr. 64; *1*).

Asi po 7 týdnech klidu začínají oživovat primární askogenní hyfy, a to

nejprve ve středu sklerotisované plodnice. Toto oživování primárních askogenních vláken pak postupuje od středu plodnice směrem k okraji. Sterilní pletivo se chová pasivně; neoživuje a je stravováno askogenními hyfami.

Nejprve se primární askogenní hyfy rozdělí ve dvoujaderné krátké buňky (obr. 64; *2*). Z jednotlivých buněk vyrůstají tlustší sekundární askogenní vlákna, která se hlemýžďovitě stáčejí. Současně s těmito tlustšími sekundárními vlákny nebo i před jejich vznikem se tvoří tenká vlákna, jež se úponkovitě vinou a podobným způsobem vytvářejí postranní větve. Tato tenká vlákna jsou vyživovací hyfy, které vnikají do základního sterilního pletiva, postupně je stravují a vyživují askogenní vlákna. Na téže buňce primární askogenní hyfy vznikají buď sekundární askogenní hyfy a vyživovací hyfy, anebo na ní vznikne výrostek, který se rozdělí v tlustší a tenčí vlákno (obr. 64; *3, 4, 5*). Tato nová vlákna nevznikají na každé buňce primární askogenní hyfy, nýbrž tvoří se jen na ojedinělých buňkách (pokud bylo možno věc vůbec pozorovat). Na sekundárních askogenních hyfách vznikají posléze vřecka s 8 askosporami (obr. 65; *2, 3*).

Jak bylo nahoře uvedeno, nejdříve oživují askogenní hyfy ve středu plodnice, to znamená, že střed je nejdříve stráven vyživovacími hyfami a vzniká uprostřed dutina, která se postupně zvětšuje až k okraji plodnice (obr. 65, 66). Nakonec zůstávají jen 2—3 vrstvy buněk, které tvoří obal plodnice. Dutina plodnice je plná askospor, které se uvolňují z vřecek, a kromě toho jsou zde krystaly a drúzy šťavelanu vápenatého (obr. 67). Doba od tvorby sklerotických plodnic do jejich úplné zralosti trvá 6—8 měsíců. Roztržením obalu plodnice se askospory dostávají ven.

Brefeld také vypěstoval z jedné askospory mycelium a konidiofory. Mycelium a konidiofory byly stejné jako v případě, kdy kultura byla založena z konidie. Tím se prokázala souvislost generace pohlavní a nepohlavní; poznalo se, že jde o dvě generace téže houby *Penicillium crustaceum* Fr. (*Penicillium glaucum* Link.).

Pozn.: Řád *Plectascales* se v novější literatuře (např. Cejp 1957) nazývá *Eurotiales*, a to podle rodu *Eurotium*. K vřeckatému stadiu označovanému jako rod *Eurotium* patří imperfektní rod *Aspergillus* a k vřeckatému rodu *Carpenteles* patří imperfektní rod *Penicillium*. Ponecháváme zatím jména *Penicillium* a *Aspergillus*, poněvadž se těchto názvů používá zatím běžně i v systematické literatuře a v celé naší knize.

Perisporiales (Erysiphales)

Erysiphaceae — padlí

Erysiphaceae jsou obligátní parasiti, kteří žijí na rostlinách krytosemenných. Jejich podhoubí je složeno z rozvětvených, většinou bezbarvých a tenkostěnných hyf. Napadené rostliny jsou bílé, jakoby poprášené moukou (slovensky múčenky).

Podhoubí. Podhoubí se k podkladu připevňuje appresorii, tj. rozšířenými vychlípeninami buněk mycelia, pevně přisedajícími k podkladu. Podle de Baryho a Franka appresoria vznikají mechanickým podrážděním hyf podhoubí, které se dotknou podkladu. Do nitra buněk hostitele vniká podhoubí haustorii, tj. zvláštními sacími útvary. Již de Bary (1871) rozlišil několik typů haustorií (obr. 68). Nejčastější jsou haustoria

exappendiculata, která do epidermálních buněk vnikají přímo z podhoubí, ze stěží viditelných rozšířenin hyf. Haustoria appendiculata vznikají, vytvoří-li se po straně hyfy polokruhovitý celokrajný výběžek a z jeho přitisklé části vstupuje do nitra buňky haustorium, haustoria lobulata jsou nepravidelně laločnatá; u *Erysiphe graminis* DC. vytvářejí haustoria prstovité výběžky, které často vyplňují celý lumen buňky hostitele (obr. 68; *4, 5*).

Druhy padlí se dají podle typu mycelia uspořádat od typů endoparasitických přes hemiendofytické k ektoparasitickým.

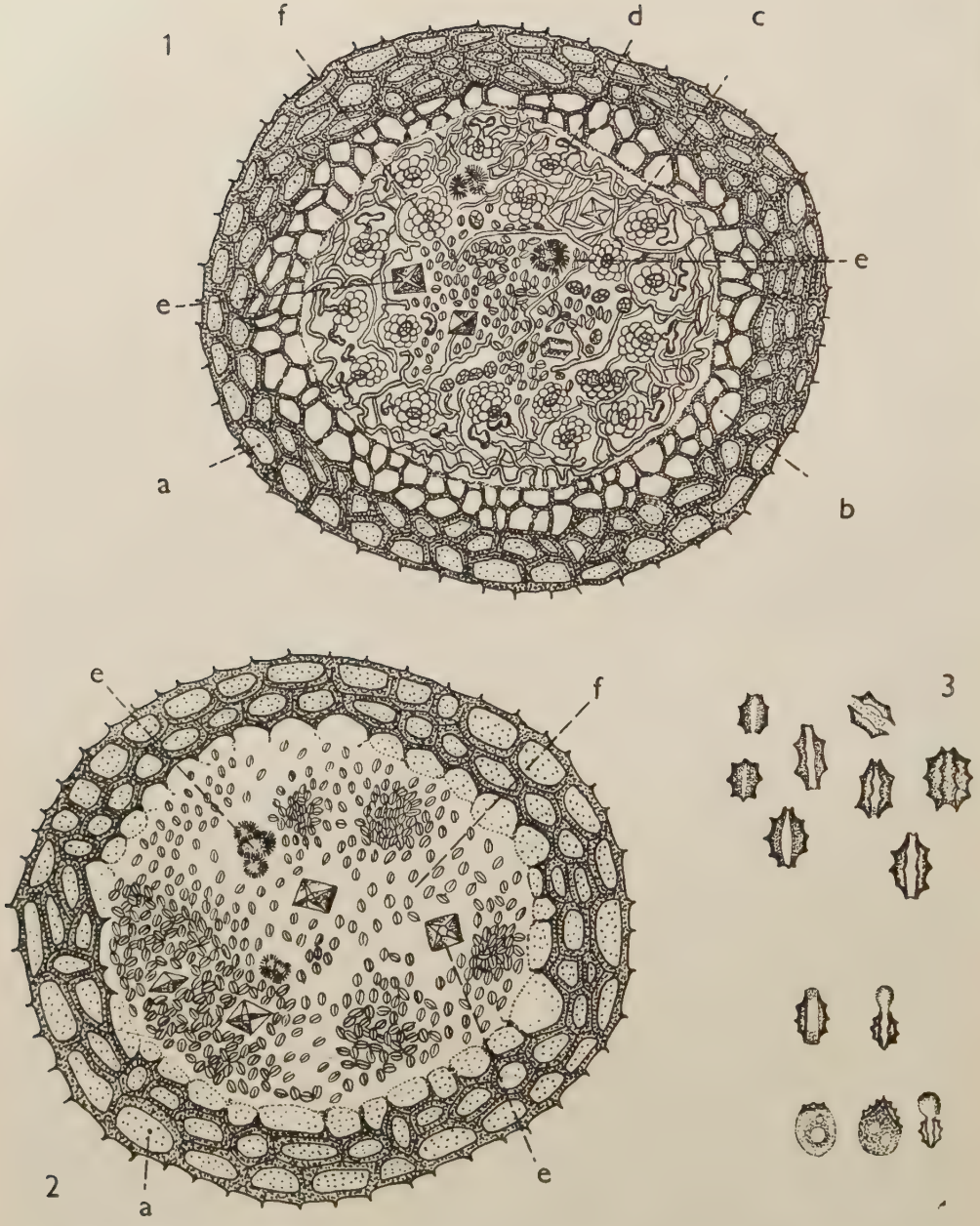
U endoparasitických čili endofytických typů (rod *Leveillula*) žije mycelium v mezibuněčných prostorách hostitele, proniká celý list, a v mesofylu se velmi rozvine a bohatě rozvětví. Endofytické mycelium, žijící v mezibuněčných prostorách, se skládá z mnohobuněčných hyf. Z nich vystupují tenkostěnná, většinou kulovitá haustoria do nitra buněk. Endofytické mycelium je zvláště vyvinuto mezi subepidermálními buňkami. Vyplňuje často úplně prostor dýchacích dutin a vzbuzuje pak dojem pseudoparenchymu. Teprve v pozdějších stadiích tvorby konidií vyrůstají hyfy i na povrch listových ploch a tvoří tam mycelium, jež je většinou vyvinuto zřetelně jako u jiných padlí a má appresoria, nikoliv však haustoria.

U hemiendofytického typu, u rodu *Phyllactinia,* je mycelium také na povrchu hostitele a na epidermálních buňkách nevytváří haustoria. Vyživovací hyfy pronikají do nitra listů průduchy. Podle průzkumu, které prováděl Palla (1899) jsou tyto vyživovací hyfy složeny většinou ze tří buněk; Smith uvádí 3—5 buněk (po případě i více, protože jádra a příčné přepážky mohou být lehce přehlédnuty). Haustoria se tvoří jen na koncových buňkách vyživovacích hyf (obr. 68; *6*).

Třetí typ, ektoparasitický, zahrnuje většinu ostatních padlí, která žijí extramatrikálně a vysílají do epidermálních buněk haustoria.

Podle průzkumů, které prováděl Klika (1922, 1924), se zdá, že rozdíly mezi těmito 3 typy jsou silně setřené. Již Smith (1900) pozoroval u *Uncinula salicis* (DC.) Winter na *Salix discolor* Schrad., že haustoria pronikají i do subepidermálních buněk. Také Klika zjistil, že u mnohých druhů *Uncinula aceris* (DC.) Sacc., *Trichocladia astragali* (DC.) Neger, *Sphaerotheca humuli* (DC.) Burr. může podhoubí vysílat haustoria i do buněk ostatních pletiv listů. Stává se to zvláště na podzim ve starších listech a tento jev se dá vysvětlit nedostatkem výživných látek v epidermálních buňkách. Podle Kliky haustoria byla zjištěna i ve svazcích cévních, to znamená, že musíme předpokládat, že druhy, které se dosud označují jako ektoparasitické, jsou fakultativními endoparasity. Experimentální důkaz pro to poskytl vlastně již Salmon (1905). Podařilo se mu *Erysiphe graminis* (DC), které je známé jako ektoparasit, vypěstovat i v mesofylu mladých listů ječmene a žita, když odstranil epidermis listu; v mesofylu došlo ve většině případů k silné infekci.

Vegetativní rozmnožování. Pro rozšiřování padlí má vedlejší rozmnožovací forma větší význam než forma hlavní, která v některých případech není ještě ani známá. V mnohých případech dominuje nepohlavní fruktifikace u padlí tak, že určité druhy se vyskytují téměř výlučně ve vedlejší rozmnožovací formě, a proto byly dlouho zařazovány do hub nedokonalých, do rodů *Oidium, Ovulariopsis* a *Oidiopsis.*

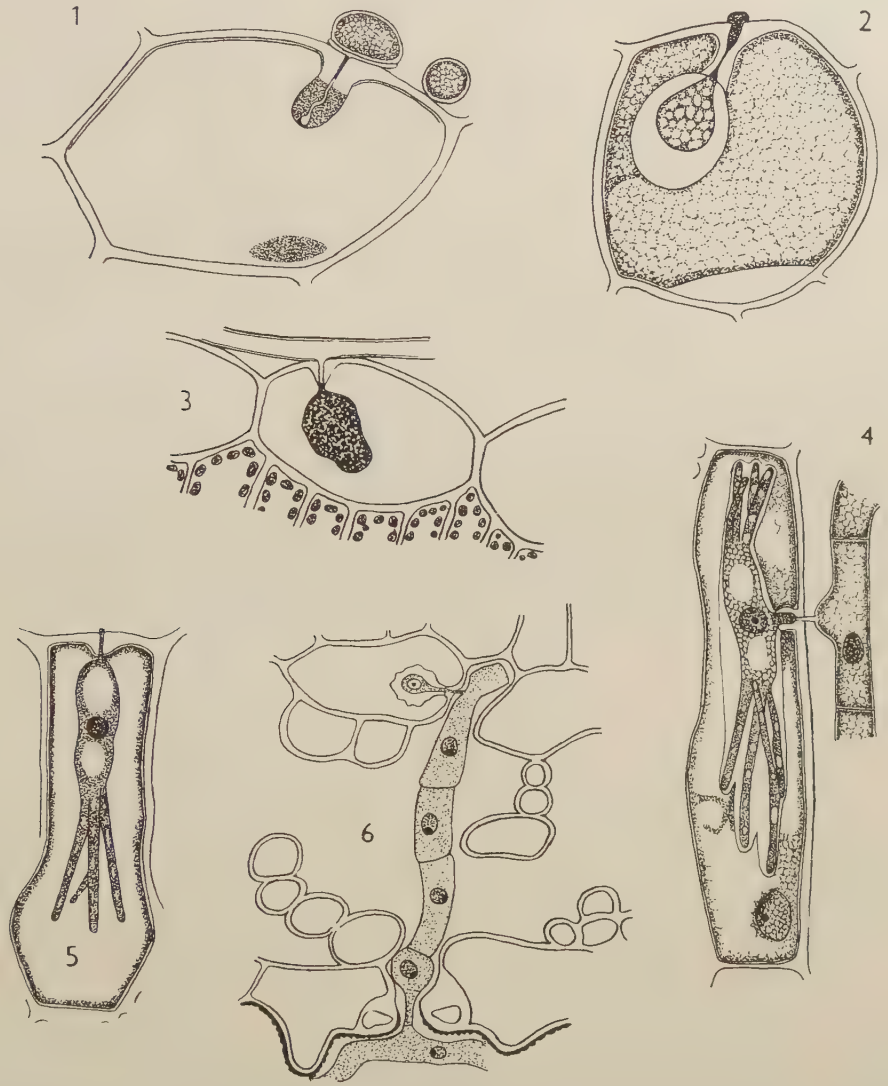


67. *Penicillium glaucum*. *1.* Řez plodnicí 5—6 měsíců po začátku kultivace houby; a — okrajová zona, b — sterilní základní pletivo, c — myceliová vlákna, d — askogenní vlákna s vřecky, e — druzy a krystaly šťavelanu vápenatého, f — zralé askospory se zbytky vláken původně vyrostlých z askogonu; tato vlákna odumírají uprostřed plodnic na svých spodních koncích, ale na svém vrcholu tj. na okraji plodnice rostou dál. *2.* Zralá plodnice vyplněná askosporami 7—8 měsíců po začátku kultivace; a — okrajová zona, která zůstala zachována, e — druzy a krystaly, f — zralé askospory. *3.* Askospory. *4.* Klíčení askospor.

Podle Brefelda 1874

Vedlejší rozmnožovací formou u padlí jsou konidie, které vznikají na konidioforech (obr. 69).

Nejrozšířenějším konidiovým typem je *Oidium*. Tento typ se vyskytuje u všech rodů čeledi s výjimkou rodu *Phyllactinia* a *Leveillula*. Konidiofory podle F o e x e (1924, 1925) vznikají z naduřeniny hyfy nad jádrem. Jádro přechází do naduřeniny celé nebo se dělí; v tomto případě zůstane jedno dceřinné jádro v myceliu. Mezi hyfou a základem konidioforu se



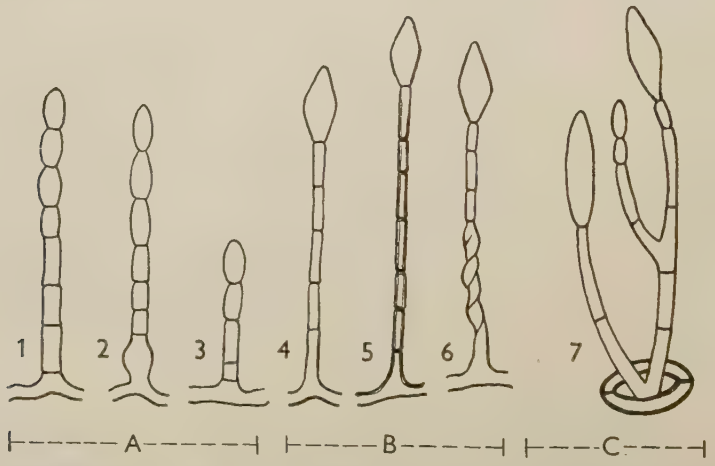
68. Haustoria *Erysiphaceae*. *1., 2.* Vytvářející se jednoduché haustorium u *Erysiphe communis*. *3.* Haustorium *Erysiphe polygoni* na rdesnu (*Polygonum aviculare*); na průřezu je vidět hyfu mycelia, tvořící v jedné epidermální buňce haustorium. *4., 5.* Rozvětvené haustorium *Erysiphe graminis*. *6. Phyllactinia suffulta*. Vyživovací hyfa pronikající do listu, poslední buňka vyživovací hyfy vysílá haustorium.
1., 2., 4., 5., 6. podle Smitha 1900, 3. podle Salmona 1900

nyní vytvoří přepážka. Když se mladý konidiofor silně protáhne, dělí se jeho jádro a mezi oběma jádry vzniká přepážka. Spodní z obou buněk takto vzniklých se již nedělí a tvoří basální buňku konidioforu, kdežto horní se dělí ještě jednou. Z obou terminálních buněk je spodní buňka konidiovou mateřskou buňkou a horní se zakulatí v konidii. Zralý konidiofor se obyčejně skládá ze 4 buněk, z basální buňky, z mateřské konidiové buňky a z 1—2 buněk, které se stávají konidiemi; z nich ovšem jen konečná buňka dostává formu a velikost konidie. Tento typ se vyskytuje u *Erysiphe communis* (Wallr.) Lk., *E. pisi* DC., *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maublanc. aj. U *Erysiphe cichoracearum* DC. em. Salmon a u rodu *Sphaerotheca* chybí zvláštní basální buňka, kterou zde nahrazuje konidiová mateřská buňka. Řetězce konidií jsou zřetelně delší a obyčejně mají 10 nebo i více konidií. U *Erysiphe graminis* DC. je basální buňka poněkud naduřelá (obr. 70).

U typu *Oidium* konidie nevznikají, jak se dříve myslilo, po způsobu oidií, to jest fragmentací hyfy, nýbrž vznikají jako pravé konidie sukcesivním odškrcováním. Název *Oidium*, který se udržuje z historického hlediska, vede k nedorozumění, protože se ho stále všeobecně používá jako obecného označení pro vedlejší rozmnožovací formu padlí a konidie se mylně označují jako oidie (velmi časté ve fytopatologické literatuře). Je zajímavé, že se správný název — konidie — nevžil, i když kromě jiných např. Tavel (1892) ve všeobecné morfologii, která se velmi často cituje, upozorňuje na tuto okolnost.

U typů *Ovulariopsis*, který se vyskytuje jen u rodu *Phyllactinia*, je base konidioforů vícebuněčná a mnohem užší. Konidie se většinou odškrcují jednotlivě, vzácně v krátkých řetězcích.

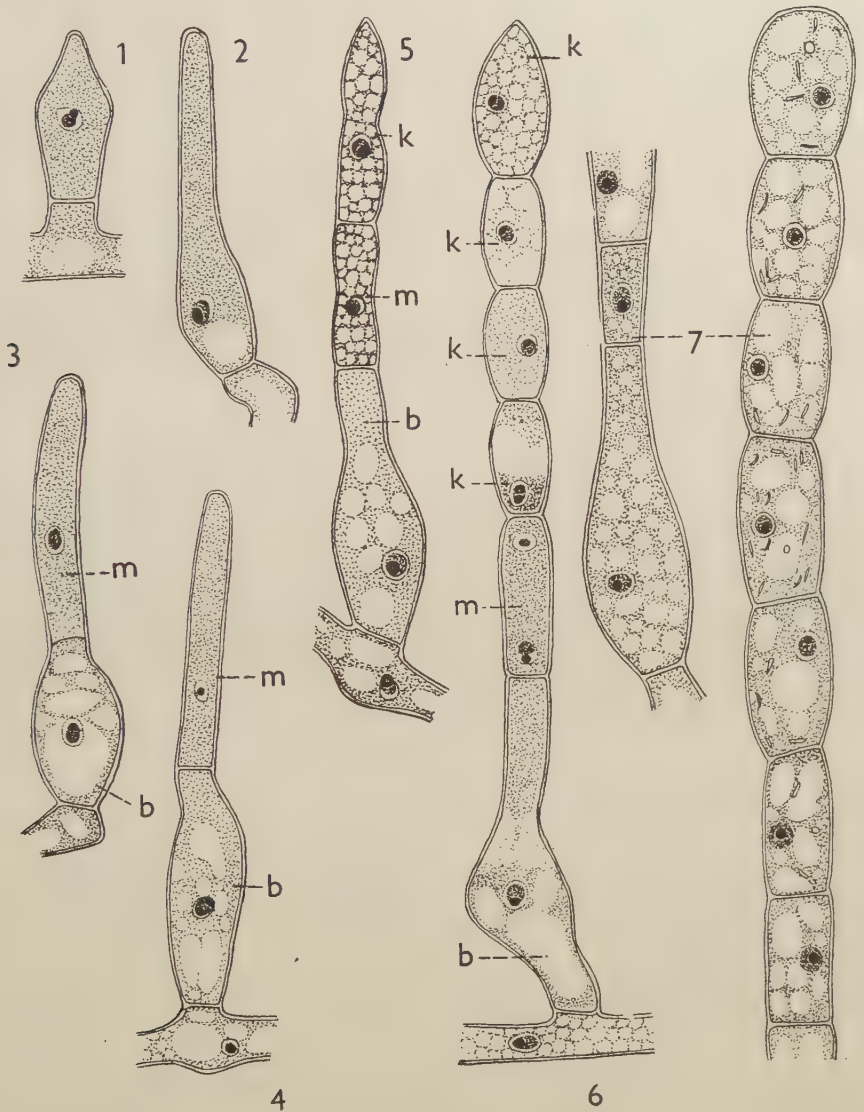
U typu *Oidium* a *Ovulariopsis* vznikají konidiofory na extramatrikálním myceliu, kdežto u typu *Oidiopsis*, který je omezen na rod *Leveillula*, vznikají na pseudoparenchymatických svazcích hyf v dýchacích dutinách a



69. Schema konidioforů u padlí. A — *Oidium: 1. Erysiphe cichoracearum. 2. E. graminis. 3. E. communis*, B — *Ovulariopsis: 4. Phyllactinia suffulta. 5. Ph. rigida, 6. Ph. subspiralis.* C — *Oidiopsis: 7. Leveillula.*

Podle Blumera 1933

vystupují průduchy ven. Base těchto konidioforů je vícebuněčná a širší než u *Ovulariopsis*; někdy bývají rozvětveny. Podle Foexe (1913) je u tohoto typu vždy předposlední buňka konidiovou mateřskou buňkou a terminální buňka se stává konidií.



70. Vývoj konidioforů u *Erysiphe graminis: 1, 2.* Na hyfě vznikne naduřenina, do které přejde jádro; naduřenina se oddělí přepážkou a protáhne se v podlouhlou buňku. *3, 4.* V podlouhlé buňce se rozdělilo jádro a mezi oběma jádry vzniká přepážka. Spodní buňka se již nedělí a představuje basální buňku — b. *5.* Horní buňka se dělí ještě jednou a z obou terminálních buněk spodní buňka se stává mateřskou konidiovou buňkou — m — a horní buňka se přeměňuje v konidii — k. *6.* Konidiofor s řadou konidií, při čemž v konidiích jsou patrná Zopfova fibrinosní tělíska. *7.* Konidiofor s řadou konidií. Podle Foexe 1924

Konidie jsou podle Hammarlunda (1925) aktivně odmršťovány od svého konidioforu. Jsou hyalinní, jednojaderné a většinou klíčivé jen krátkou dobu. Vznikají v obrovských množstvích a umožňují tak rychlé rozšiřování. U typu *Oidium* jsou eliptické nebo válcovité, 20—45 μ dlouhé; u typu *Ovulariopsis* jsou větší a kosočtverečné nebo lichoběžníkové (obr. 69, A, B); u typu *Oidiopsis* mají nepravidelný tvar (obr. 69, C).

Obsah konidií je jemně granulované plasma a četné, někdy velké vakuoly. U mnohých druhů jsou známá tzv. fibrosinová tělíska (obr. 70; 7), která objevil Zopf (1887). Bývá jich 5—15 v jedné konidii a jsou buď deskovitá, nebo mají podobu dutého kužele nebo dutého válce o výšce 2—8 μ a tloušťce 0,5—0,7 μ. Dají se prokázat jen u čerstvých konidií a při klíčení zmizí, takže je oprávněný předpoklad, že jde o reservní látky. Podle Foexe (1912) fibrosinová tělíska vznikají z metachromatických tělísek.

O tvaru, a zvláště velikosti konidií jako systematickém znaku se v novější době v literatuře živě diskutuje. Blumer (1933) se přesvědčil, že tvar a velikost konidií na jednotlivých hostitelích je dosti konstantní. Salmon (1900) a Neger považovali velikost konidií za velmi nestálou. Příkladem kolísající velikosti konidií jsou „hladové" konidie. U *Uncinula aceris* (DC.) Sacc. „hladové" konidie měly stěží velikost 1/10 normálních konidií. Ale poněvadž tyto konidie nejsou klíčivé, musí být označeny jako patologické abnormity (Blumer 1933). Tyto malé konidie jsou však vzácné, neboť Blumer je při svých četných měřeních nalezl jen jednou na *Cerinthe*. Klika (1922) pojímá dimorfismus konidií jako docela obyčejný jev, který je podmíněn kolísáním výživné hodnoty substrátu. Podle jeho údajů jsou konidie na mladších listech větší a lépe klíčí. Podle Kliky existují také rozdíly ve velikosti a tvaru konidií ze spodní a svrchní strany listu. Avšak většina autorů, jak poznamenává Blumer, je toho názoru, že existují určité konstantní rozdíly ve velikosti konidií jednotlivých druhů. Jsou však rozpory v pojetí, jak dalece lze použít rozdílů ve velikosti konidií k morfologické charakteristice druhů. Přestože Blumer sám proměřil velké množství konidií, podotýká, že dosud provedená měření mají jen orientační hodnotu. Aby se daly s určitostí stanovit eventuální morfologické znaky biologických druhů, muselo by se použít jen konidií z čistých linií, získaných za různých přesně stanovených životních podmínek parasita.

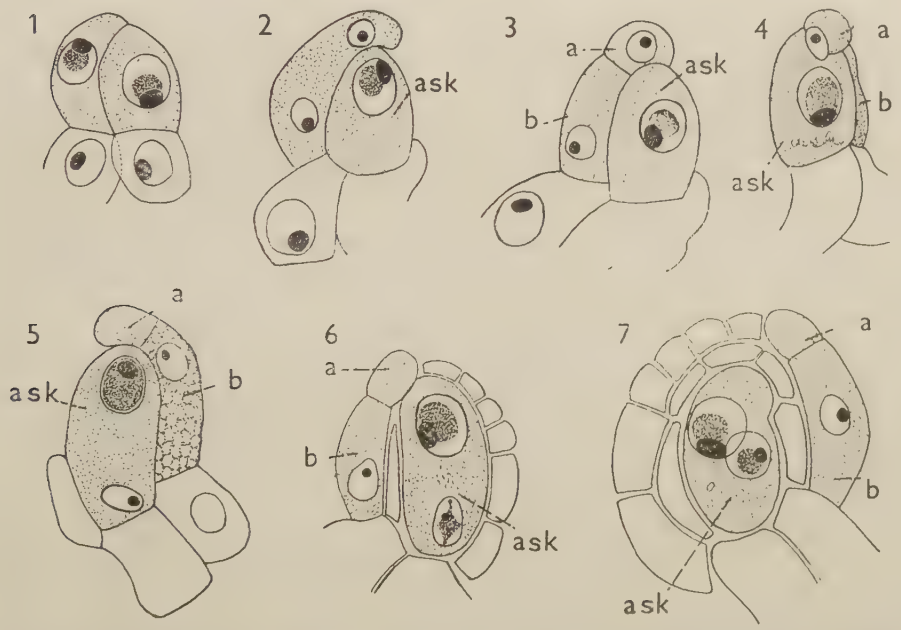
Pohlavní rozmnožování. Problém sexuality *Erysiphaceae* byl často studován, ale přesto není ještě zcela jasný. Zvláště zaráží, že u téhož studovaného druhu se došlo k různým výsledkům. Na základě dnešní znalosti můžeme podle způsobu párování jader rozlišit tři typy: 1. gametangie, 2. somatogamie, 3. apomixis.

1. *Gametangie.* Druhy s normálními gametangiemi jsou známy např. u *Erysiphe martii* Lév. na *Trifolium* a *Melilotus*, u *Sphaerotheca humuli* (DC.) Burr. na *Humulus*, u *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.) Salm. (= *Sphaerotheca castagnei* Lév.) na *Melampyrum* a *Taraxacum*.

Jako příklad této skupiny bude uvedena *Sphaerotheca castagnei* Lév., kterou naposledy studoval Bergman (1941). Na obrázku 71; *1* se k sobě přiložily dvě větve hyf a každá z nich vytváří jednu terminální buňku. Tyto buňky jsou základy antheridia a askogonu. Základ antheridia, který je poněkud užší, roste do délky a překlene se poněkud přes askogon (obr. 71; *2*). Jádro antheridiové větve se dělí ve dvě jádra a jedno z nich putuje do vrcholu větve (obr. 71; *2*). Za tímto jádrem se potom vytvoří příčná

přepážka a tak se oddělí vrcholová buňka, která je vlastním antheridiem (obr. 71; *3*). Na obrázku 71; *4* je vidět, že stěna mezi antheridiem a askogonem se na jednom místě rozpustí a jádro antheridia přechází do askogonu (obr. 71; *5*); v buňce antheridia jádro již není, kdežto askogon je najednou dvoujaderný. Basální jádro v askogonu je menší než druhé jádro a rovněž jejich jadérka jsou odlišné velikosti. Jak je patrno z obrázku 71; *5*, z basální buňky askogonu vyrůstá krátká hyfa, která jako ostatní podobné hyfy rychle roste za opakovaného dělení, a brzy je celý askogon obalen jednoduchou vrstvou obalných hyf (obr. 71; *6*). Ty se dostávají i mezi antheridium a askogon, takže oba sexuální orgány jsou od sebe stále více oddělovány. Po této primární vrstvě perithecia se pak tvoří druhá (obr. 71; *7*) a v dalším vývoji ještě více vrstev. V askogonu samčí jádro (jádro menší, které se zatím poněkud zvětšilo) se přikládá k jádru samičímu, jak je znázorněno na obr. 71; *7*.

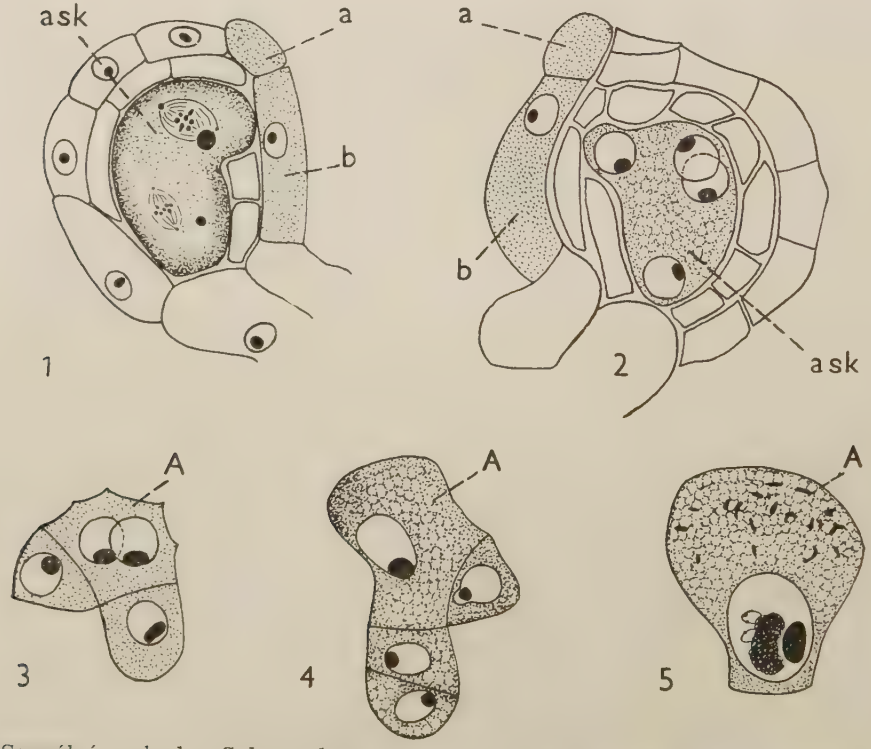
Z dosavadních údajů plyne, že jádra nesplývají bezprostředně po oplození, jak se starší autoři původně domnívali. Asi ve stadiu, které zobrazuje obrázek 72; *1*, se askogon stává najednou čtyřjaderným (obr. 72; *1, 2*). Obr. 72; *2* představuje podobné stadium, jaké je asi zobrazeno na obr. 72; *7*. Jsou zde dvě vrstvy perithecia a vpravo je vyprázdněné antheridium se



71. Sexuální pochody u *Sphaerotheca castagnei*. *1.* Větev oogonia a antheridia. *2.* Jádro antheridiové větve se rozdělilo ve dvě jádra. *3.* Antheridiová buňka se oddělila od basální buňky. *4.* Jádro antheridia vniká do oogonia. *5.* Antheridium se vyprázdnilo, jeho jádro přešlo do basální části oogonia. *6.* Vznik vrstvy perithecia. Vzájemná poloha obou jader se nezměnila. *7.* Vznikly dvě vrstvy perithecia. Obě pohlavní jádra se přitiskla k sobě. Mezi oběma jádry a jejich jadérky je rozdíl velikosti. Oogonium se začalo charakteristicky zakřivovat.

Podle Bergmana 1941
(Vysvět. značek na obr. 72)

svou basální buňkou. Uvnitř askogonu jsou dvě jádra, která se dělí. Velikost jader je ještě zřetelná a je naznačena vzdáleností mezi centrosomy. Horní jádro je větší než spodní a tentýž poměr vidíme i u jadérek. Těmito děleními vznikají v askogonu volná jádra (obr. 72; *2*). Hned nato vzniknou dvě příčné přepážky (obr. 72; *3*). Tím vznikají 3 buňky a z nich prostřední obsahuje dvě jádra, jež jsou dceřinnými jádry obou původních sexuálních jader. Na obr. 72; *2* a 72; *3* je patrno, že není již žádný rozdíl ve velikosti mezi jádry a mezi jadérky. Dvoujaderná buňka je základem vřecka (obr. 72; *3*). Začne se brzy zvětšovat a v krátké době splývají obě její jádra (obr. 72; *4*); tím došlo k poslední fázi sexuálního pochodu, ke karyogamii. Tak vidíme, že u *Sphaerotheca* nesplývaji původní sexuální jádra, nýbrž jejich dceřinná jádra. (Pozn. Na obr. 72; *4* vidíme, že basální buňka se rozdělila, a tak vznikly dvě buňky.) Mladé vřecko vzroste (obr. 72; *5*), jeho jádro se dělí a vzniká 8 askospor. Mateřské jádro askospor musí mít, jak vysvítá



72. Sexuální pochod u *Sphaerotheca castagnei: 1.* Obě pohlavní jádra se dělí. Rozdíl ve velikosti mezi jádry i mezi jadérky je ještě patrný. Vyprázdněné antheridium s basální buňkou je na pravé straně. 2. Dvě pohlavní jádra dala vznik dvěma dceřinným jádrům. *3.* Peritheciální vrstva není zakreslena. Nastává tvorba přehrádek, při čemž vznikají tři buňky; prostřední buňka je dvoujaderná a tvoří základ vřecka. Obsahuje jedno samčí a jedno samičí dceřinné jádro. *4.* V základu vřecka došlo ke splynutí jader; mladé vřecko se zvětšuje. Basální buňka se rozdělila ve dvě buňky. *5.* Mladý askus. Zkratky: a— antheridium, ask — askogon, b — basální buňka, A — vřecko (askus).

Podle Bergmana 1941

z předchozích údajů, diploidní počet chromosomů a dá se předpokládat, že při těchto děleních dochází k redukci v počtu chromosomů.

2. *Somatogamie. Erysiphe nitida* (Wallr.) Rabh. na *Delphinium* je sice uváděna jako příklad s normální gametangií (Allen 1936), ale kopulační větve nemusí být vždy vyvinuty zřetelně jako sexuální orgány, nýbrž mohou probíhat četné kopulace mezi obyčejnými vegetativními buňkami v jednom a témž základu plodnice.

3. *Apomixis.* Samčí jádro neputuje do askogonu, nýbrž zaniká v antheridiu a askogon pokračuje apomikticky ve svém vývoji. Tak tomu je např. u *Sphaerotheca mors uvae* (Schw.) Berk. na *Ribes grossularia* (Eftimiu a Kharbush 1928), *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. na *Quercus* (Raymond 1934), *Phyllactinia suffulta* (Reb.) Sacc. na *Corylus* (Colson 1938). (Pozn. Bod 1., 2. z Gäumanna 1949, p. 132.)

Poznámka. Jak jsme se již nahoře zmínili, jedna houba je někdy uváděna jako příklad různého rozmnožování. Tento případ je právě i u *Sphaerotheca castagnei* Lév., která byla vícekrát podrobena cytologickému zkoumání. V otázce oplození jsou rozpory, které se projevují odchylným chápáním Harperovy a Dangeardovy školy. Harper tvrdí, že jádro antheridia putuje do askogonu a zde dochází k oplození. Naproti tomu Dangeard (1897), Winge (1911), Moreau (1930) tvrdí, že vůbec nenastává žádný přechod jádra nebo oplození a že *Sphaerotheca castagnei* se rozmnožuje výlučně apomikticky.

Gäumann (1940) se pokouší vysvětlovat, proč jedna a táž houba je jedněmi autory uváděna jako příklad gametangie a jinými zase jako příklad apomixis. Uvádí dva důvody: 1. Např. *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst. je často uváděna jako příklad obojího rozmnožování. Důvod vidí v tom, že *Phyllactinia corylea* je v Salmonově smyslu kolektivním druhem a v dnešní systematice se rozpadá v řadu malých druhů: *Ph. berberidis* Palla, *Ph. suffulta* (Reb.) Sacc. atd., které se opět člení ve formae speciales podle hostitelů: *Ph. suffulta* se člení ve formae speciales *alni, betae, carpini, coryli, fagi, fraxini* atd. Někteří autoři, také Harper aj., pracovali se směsí *Ph. suffulta* f. sp. *betulae, carpini, coryli, fraxini*; mladší autoři pracovali jen s určitou formou speciální. 2. Je možné, že jedna houba se chová různě za různých podmínek, že u téže formy se vyskytují sexuální i apomiktické způsoby rozmnožování. Rozmnožování v takovém případě je labilní.

Vraťme se ještě k našemu uváděnému případu, k *Sphaerotheca castagnei* Lév. Je zajímavé, že Bergman (1941) pracoval s týmž materiálem jako Winge (1911). Bergman nalezl oplození, Winge nikoliv, takže, jak poznamenává Bergman (1941) šlo u Winga o omyl. Podle našeho mínění se zdá, že autoři docházejí k různým výsledkům i na základě různé pracovní metody a různých pracovních hypothes.

V dalším vývoji askogonu jsou pohlavní orgány brzy obdány obalnými hyfami a tak se postupně vyvíjí perithecium. U *Sphaerotheca* se askogon sám vyvíjí ve vřecko, u *Phyllactina suffulta* (Rebent.) Sacc. vyrůstají z askogonu askogenní hyfy a na nich teprve vznikají vřecka.

Perithecia se vytvářejí ke konci vegetačního období obyčejně v pozdním létě. Vývoj perithecií je u různých druhů různý, podle Buchheima a Orlowa (1928) 17—24 dní, podle Blumera 10—12 dní. Perithecia jsou stavěna buď radiálně symetricky (u rodů *Sphaerotheca, Erysiphe, Leveillu-*

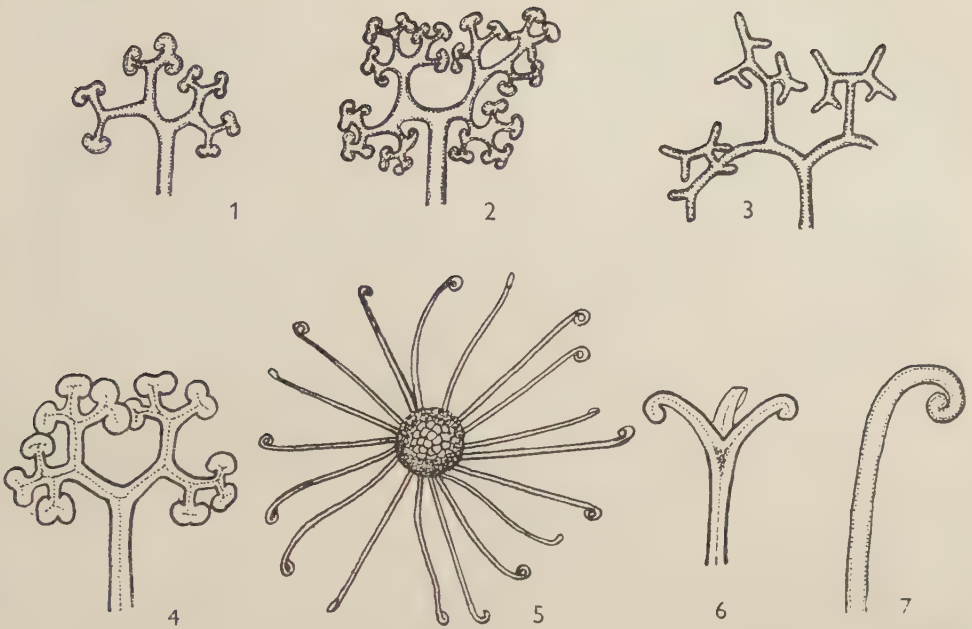
la) nebo dorsiventrálně (u rodů *Microsphaera* a *Uncinula*); spodní strana plodnice je složena z buněk, které mají široké lumen a jsou tenkostěnné, kdežto svrchní strana plodnice je složena z buněk, které mají lumen úzké a jsou tlustostěnné. Dorsiventrální plodnice se při ubývajícím turgoru vyklenou na spodní straně a tak se uvolňují od substrátu a snadno opadávají i při nepatrném otřesu; jsou pak přenášeny obyčejně větrem. Radiálně symetricky stavěná perithecia, která mají obal všestranně symetricky stavěný, jsou zpravidla přisedlá a později bývají smyta nebo odváta i s myceliem. Plodnice nemají otvor a uvolňování askospor nastává roztržením, rozdrobením nebo zvětráním obalu. Takové plodnice se nazývají kleistokarpní a v literatuře se někdy označují místo názvem perithecia názvem kleistokarpia.

Přívěsky vznikají z obalných buněk plodnice a jsou u různých rodů charakteristicky stavěny, takže se tohoto znaku používá v popisech rodů. Již Leveillé (1851) rozlišuje appendiculae floccosae (*Erysiphe* a *Sphaerotheca*), appendiculae uncinatae (*Uncinula*), appendiculae aciculatae (*Phyllactinia*) a appendiculae dichotomae (*Podosphaera*). Obrázky názorně vystihují rozdíly, které jsou mezi jednotlivými typy přívěsků (obr. 73).

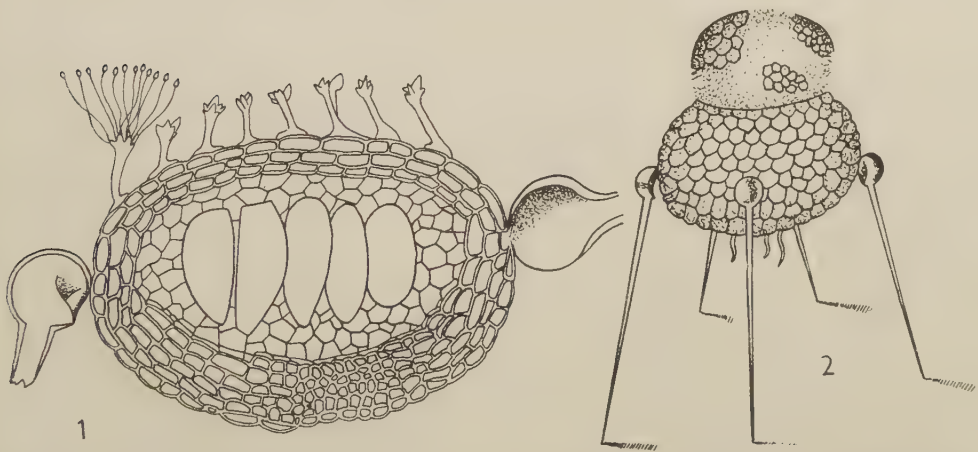
Spolupůsobení přívěsků při uvolňování plodnic bylo dosud prokázáno jen u rodu *Phyllactinia* (obr. 74; *1, 2*). Na basi přívěsků tohoto rodu jsou kolénka s tenkou spodní stěnou a s tlustou vrchní stěnou. Při vysušení se spodní strana kloubovitě podlomí a plodnice se tím vyzdvihne jako na chůdách a uvolní se od okolního mycelia. Pokusy v exsikátoru ukázaly, že 4 perithecia mohou nadzvednout krycí sklíčko střední tloušťky. U rodu *Phyllactinia* jsou ještě jako zvláštní útvary vyvinuta krátká štětičkovitě rozvětvená bezbarvá vlákna, která se vyskytují kromě appendiculae aciculatae na povrchu plodnic. Když je uvolněné perithecium přeneseno větrem, připevní se na novém podkladě těmito krátkými štětičkovitými vlákny, která nabubří v hlenkovité kapky, jež při vysušení přilepují perithecium. Dříve byla tato štětičkovitá vlákénka považována za houby, které žijí parasiticky na plodnicích, a byla pojmenována *Schinzia penicillata* (Naegeli 1842). Později byl tento rod Rabenhorstem pojmenován jako *Naegelia* a teprve Neger (1899) vysvětlil stavbu a funkci těchto orgánů.

Askospory byly vždy považovány za spory, které přezimují, a experimentálně bylo potvrzeno, že po přezimování jsou ještě klíčivé a schopné infekce. Ale nevíme ještě, jakým způsobem dochází na jaře k primární infekci. Eriksson předpokládá, že u *Erysiphaceae* se vyskytuje saprofytické kvasinkovité stadium (podle Blumera 1933). Askospory jsou z vřecek vymršťovány, a pokud zůstávají v peritheciích, není ještě známo, jak dlouho tam podržují klíčivost. Podle některých údajů jsou askospory klíčivé ještě po dvou letech. Otázka, jak se askospory dále po vymrštění chovají, respektive jak způsobují infekci, není ještě zcela jasná a dosavadní údaje vyžaduji přezkoušení; tak např. El. Paunero Ruiz (1927) tvrdí, že askospory po vyklíčení tvoří po 48 hodinách četné sporidie (esporidios), které se rychle dělí, což by potvrzovalo Erikssonovu hypothesu.

U četných padlí bylo také dokázáno přezimování mycelia, což je pochopitelné tím spíše, že se u nich perithecia vyskytují tak vzácně, že pro přezimování stěží mají větší význam. Přezimování mycelia v pupenech bylo prokázáno u mnohých druhů, tak např. u *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maublanc, *Sphaerotheca pannosa* Lév., *Podosphaera leucotricha*



73. Typy přívěsků plodnic u padlí: *1. Microsphaera alni* na *Syringa* sp. *2. Microsphaera alni* na *Cornus alternifolia. 3. Microsphaera alni* var. *lonicerae. 4. Podosphaera oxyacanthae. 5. Uncinula fraxini. 6. Uncinula aceris. 7. Uncinula sengokui.*
Podle Salmona 1900



74. Perithecium *Phyllactinia corylea.* Na horní straně perithecia jsou štětičkovitá vlákna; po stranách perithecia jsou části přívěsků. Část přívěsku vpravo zobrazuje kulovité kolénko v turgescentním stavu a vlevo je zobrazeno kolénko, které není v turgescentním stavu. Uvnitř plodnice jsou vřecka. *2. Phyllactinia corylea*; vztyčené perithecium, štětičkovitá vlákna nabubřela v hlenovitou kapku.
Podle Negera 1901

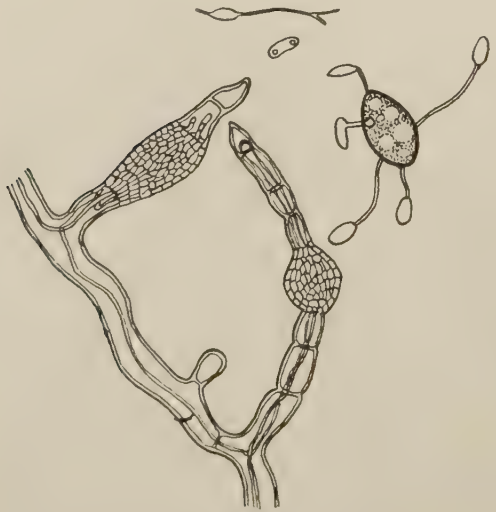
(Ellis et Everth.) Salm., *P. oxycanthae* (DC.) de Bary, *Uncinula necator* (Schweinitz) Burr.

Hyperparasiti padlí. Nejznámějším parasitem *Erysiphaceae* je *Cicinnobolus cesatii* de Bary. Jeho pyknidy byly dříve popisovány jako zvláštní vedlejší rozmnožovací stadia *Erysiphaceae.* Již de Bary poznal parasitickou povahu této houby. Malé podlouhlé výtrusy *Cicinnobolus* ve vodě klíčí snadno a jejich klíční vlákna vstupují do hyf *Erysiphe.* V hyfách *Erysiphe* vzniká intracelulárně pyknida, která uvnitř tvoří spory; spory pak v podobě úponků vystupují v hlenu ven. Tvar a velikost pyknid jsou velmi variabilní, poněvadž jsou podmíněny hostitelskou buňkou.

Cicinnobolus může napadnout i perithecia. Jsou-li napadena mladá perithecia, nevytvářejí přívěsky; při pozdějším napadení vznikají normální perithecia s více či méně dobře vyvinutými přívěsky. Takové plodnice neobsahují vřecka a spory *Erysiphaceae,* nýbrž jsou vyplněny sporami *Cicinnobolus.* Blumer svými průzkumy potvrdil pokusy de Baryho, že *Cicinnobolus* není specialisovaný na jednotlivé druhy padlí a že většina různých druhů *Cicinnobolus* patří k *Cicinnobolus cesatii* de Bary (obr. 75).

Rozšíření. *Erysiphaceae* jsou rozšířeny hlavně v oblastech s mírným klimatem, ačkoliv v posledních letech byly nalezeny četné druhy *Oidium* i v tropech. Mnoho druhů *Erysiphaceae* bylo dříve označováno za kosmopolity. Jde však většinou o kolektivní druhy, a jestliže se tyto druhy ohraničí podle morfologických a biologických znaků, počet „kosmopolitů" se redukuje. Je otázka, zda se vůbec mezi *Erysiphaceae* vyskytují kosmopolitické druhy kromě druhů zavlečených člověkem. Areál mnoha druhů rodu *Leveillula* je klimaticky velmi dobře charakterisován. *Leveillula* je svým intramatrikálním myceliem přizpůsobena stepnímu a poušťovému klimatu a vyskytuje se hlavně v mediteránních a východoevropských oblastech.

Škodlivost. Největší škody na kulturních rostlinách způsobují: *Podosphaera leucotricha* (Ellis et Everh.) Salm. na jabloních, *Sphaerotheca mors uvae* (Schweinitz) Berk. na srstkách, *S. pannosa* Léveille na růžích, *S. humuli* (DC.) Burr. na chmelu, *Erysiphe graminis* DC. na obilí, *E. martii* Lév. na jeteli, *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maublanc na dubech, *Uncinula necator* (Schweinitz) Burr. na révě vinné, *Oidium* sp. na *Chrystanthemum, Cineraria* a *Cucurbitaceae.* Někdy se uvádí i škodlivost padlí na jeteli pro zvířata, ale jindy se to popírá. Podobně se někdy americké padlí angreštové uvádí jako škodlivé pro člověka.



75. *Cicinnobolus cesatii.*
Podle Blumera 1933

Proti padlí není žádný universální přípravek. Nejčastěji se používá přípravků sirnatých.

Přehled rodů

1. Vedlejší rozmnožovací forma je *Oidiopsis*; přívěsky jsou četné, většinou nepravidelně rozvětvené.
Leveillula

2. Vedlejší rozmnožovací forma je *Ovulariopsis*; přívěsky na basi měchýřkovitě naduřelé, kromě toho na peritheciích jsou vyvinuta štětičkovitá vlákna.
Phyllactinia

3. Vedlejší rozmnožovací forma je *Oidium*.
a) Perithecia s jedním vřeckem.
α) Přívěsky jednoduché.
Sphaerotheca

β) Přívěsky jsou pravidelně dichotomicky rozvětveny.
Podosphaera

b) Perithecia s více vřecky.
α) Přívěsky jednoduché.
Erysiphe

β) Přívěsky hákovitě nebo spirálovitě zahnuté.
Uncinula

γ) Přívěsky (alespoň některé) dichotomicky rozvětvené.
Microsphaera

Ascoloculares

Vřecka jsou ponořena do pletiva stromatu. Stromata *Ascoloculares* se dříve nazývala peritheciemi; když však byla anatomie vývoje těchto stromat blíže prostudována, poznalo se, že se tato stromata i přes podobnost s peritheciemi vyvíjejí zcela jinak než perithecia. Z tohoto důvodu se dnes stromata *Ascoloculares* nazývají pseudoperitheciemi nebo pseudotheciemi. Založení pseudoperithecií nezačíná tvorbou sexuálních orgánů, nýbrž nejdříve vzniká obyčejné vegetativní pletivo z hyf (základní pletivo, stroma), uvnitř kterého se během vývoje vytvářejí sexuální orgány. Vzhledem k tomuto vývojovému pochodu útvary, které se v systematické literatuře označují jako perithecia, nejsou peritheciemi v pravém slova smyslu, nýbrž jsou to jen vegetativní stromata, uvnitř kterých probíhají sexuální pochody.

Skupina *Ascoloculares* se utvářela z čeledi *Pseudosphaeriaceae,* která byla popsána von Höhnelem (1907 podle Theissena a Sydowa 1918). Von Höhnel uvedl tuto čeleď dvěma rody: *Wettsteinia* a *Pseudosphaeria* a charakterisoval ji malými stromaty, která jsou podobná peritheciím. Vřecka jsou v dutinách stromatu. Dutiny, které obsahují vřecka, jsou jednoduchá intrastromatická ložiska, vzniklá mechanicky rozestoupením nebo rozpuštěním určitých elementů; každá dutina je „loculus" a tyto dutiny („loculi") jsou typické pro *Ascoloculares.* Vřecka normálně leží jednotlivě v dutinách, často jsou však ve zvláštních fertilních částech stromatu: v tomto případě může být základní pletivo mezi nimi částečně resorbováno, částečně může být askogenními hyfami a vřecky potlačeno, takže vřecka v době zralosti leží vedle sebe jako v hymeniu (pseudohymenium).

Mezi vřecky *Ascoloculares* jsou často elementy stromatického pletiva, tzv. pseudoparenchymatické interascikulární elementy (intertheciální vlákna, pseudoparafysy, parafysoidy), které se sice někdy nazývají parafysy, ale nemají jejich morfologickou hodnotu. Tyto elementy jsou v době zralosti stlačeny na tenké vláknité hyfy nebo jsou i částečně resorbovány. Protože se ukázalo, že je těžké rozlišit pravé parafysy od parafysoidních vláken, stanovil Theissen (1916) toto kriterium: pravé parafysy mají volné vrcholky; parafysoidy jsou mezi vzrostlými vřecky vláknitě stlačeny a přecházejí do epithecia (vrstvy nad vřecky) buňkami rozšířenými a zkrácenými nad vřecky; nemají tedy na vrcholech žádné volné konce. Zásadní rozdíl je ovšem v původu parafysoidních vláken a parafys: parafysoidní vlákna jsou součástí stromatu a parafysy v pravých peritheciích jsou součástí perithecií.

Pseudoperithecium nemá ani typické perifysy, ani ostiolum; uvolňování nastává roztržením nebo zeslizovatěním buněk svrchní stromatické stěny (obr. 81 pseudoperithecia viz na obr. 81).

Pseudosphaeriales

Přehled čeledí

1. Ve stromatu je mnoho pseudoperithecií, parafysoidy jsou vyvinuty.
Čel. Pseudosphaeriaceae

2. Ve stromatu je jen jedno pseudoperithecium (jen málo druhů jich má několik), parafysoidy se nevyskytují.
Čel. Mycosphaerellaceae

3. Ve stromatu je mnoho pseudoperithecií, parafysoidy se nevyskytují.
Čel. Dothideaceae

Pseudosphaeriaceae

Stromata jsou kulovitá. Zevně vypadají jako perithecia *Perisporiales* a nižších *Sphaeriales* a nazývají se pseudoperithecia (pseudothecia).

Pseudoperithecia mají vřecka paralelně uspořádána a oddělena parafysoidami. Na okraji pseudoperithecií je plektenchym, jehož buňky mají ztluštělé hnědé membrány; ve zralosti je někdy nesnadné je rozlišit od typických perithecií.

Vedlejší rozmnožovací formy jsou velmi rozmanité. U *Endostigme* (*Venturia*) se konidie tvoří v plochých lůžcích nebo polštářcích (acervuli).

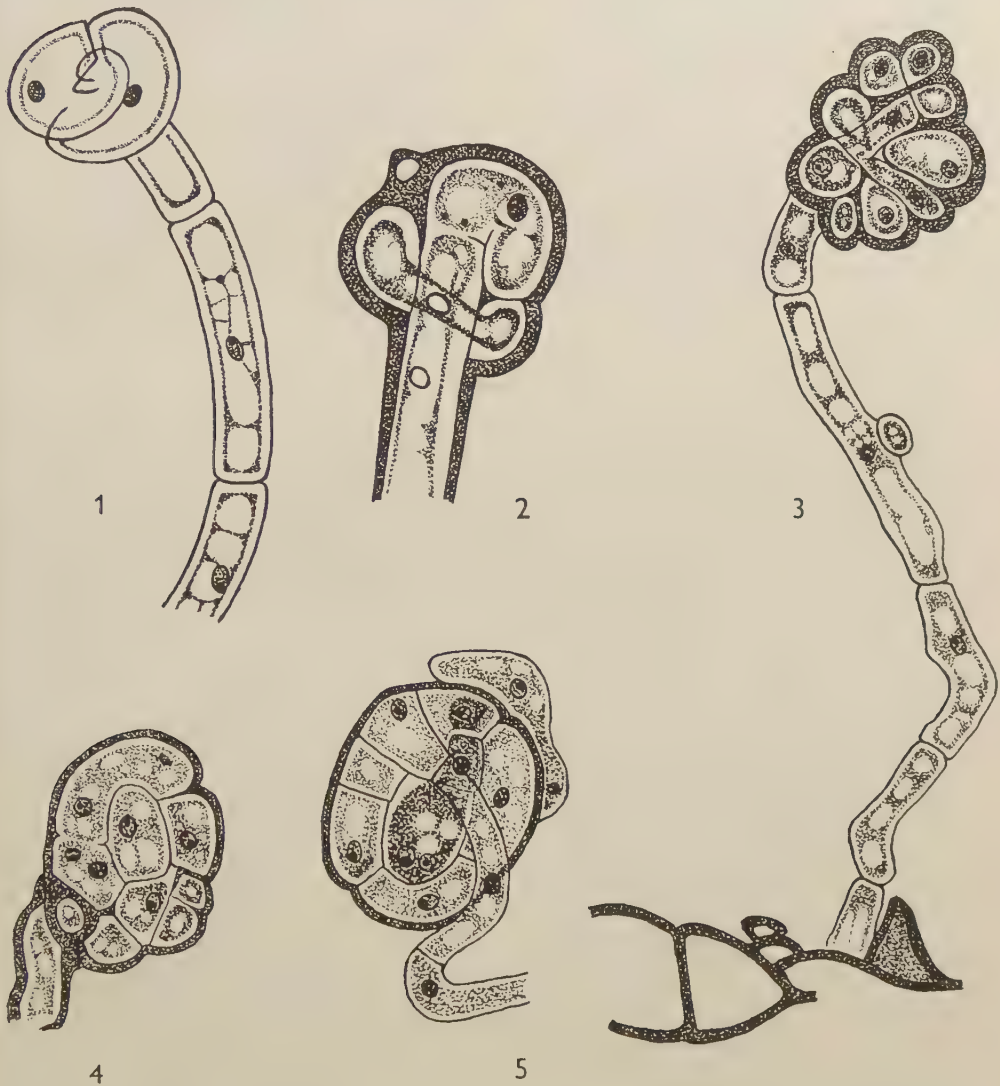
Pseudoperithecie se zakládají sukcesivním dělením jedné hyfy (*Endostigme*) nebo jedné buňky (*Pleospora*).

Jako příklad vývoje pseudoperithecia a oplodňovacích pochodů u *Pseudosphaeriales* bude uveden vývoj *Endostigme inaequalis* (Cke.) Syd. [*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.], která je příčinou strupovitosti u jabloní.

Mycelium *Endostigme inaequalis* (Cke.) Syd. žije mezi epidermis a kutikulou listů jabloní a teprve při vzniku hnědých konidioforů je kutikula protržena a odloupne se. Tím je podstatně ovlivněna transpirace buněk, které leží vespod; tyto buňky začnou odumírat a houba roste dál a napadá ostatní zdravé části listů. Během léta vytvoří malé okrouhlé keříčky (kolonie houby) s charakteristickým dendritickým rozvětvením, které je viditelné i pouhým okem. Infikované listy žloutnou dříve než listy zdravé a

rovněž při podzimním opadávání listů dříve opadávají. Teprve v listopadu, když list úplně odumřel a jeho vnitřní pletiva zetlela, mycelium houby se probudí k novému životu. Hyfy, jež zůstaly na živu, se rozrůstají, vnikají do zetlelého nitra listu a pronikají všemi směry jeho odumřelým pletivem.

Teprve v této druhé, saprofytické fázi života zakládá houba pseudoperithecia. Na některé hyfě, kterou dosud nebylo možno odlišit od vegeta-



76. *Venturia inaequalis. 1.* Mladá spirála hyfy s jedním závitem. *2.* Podélný řez mladou spirálou hyfy. *3.* Podélný řez mladým základem pseudoperithecia, kdy lze ještě zřetelně rozeznat jeho vznik ze spirály hyfy. *4.* Podélný řez mladým základem pseudoperithecia. Buňky se plektenchymaticky rozvinuly. *5.* Podélný řez mladým základem pseudoperithecia s počínající diferenciací askogonu.

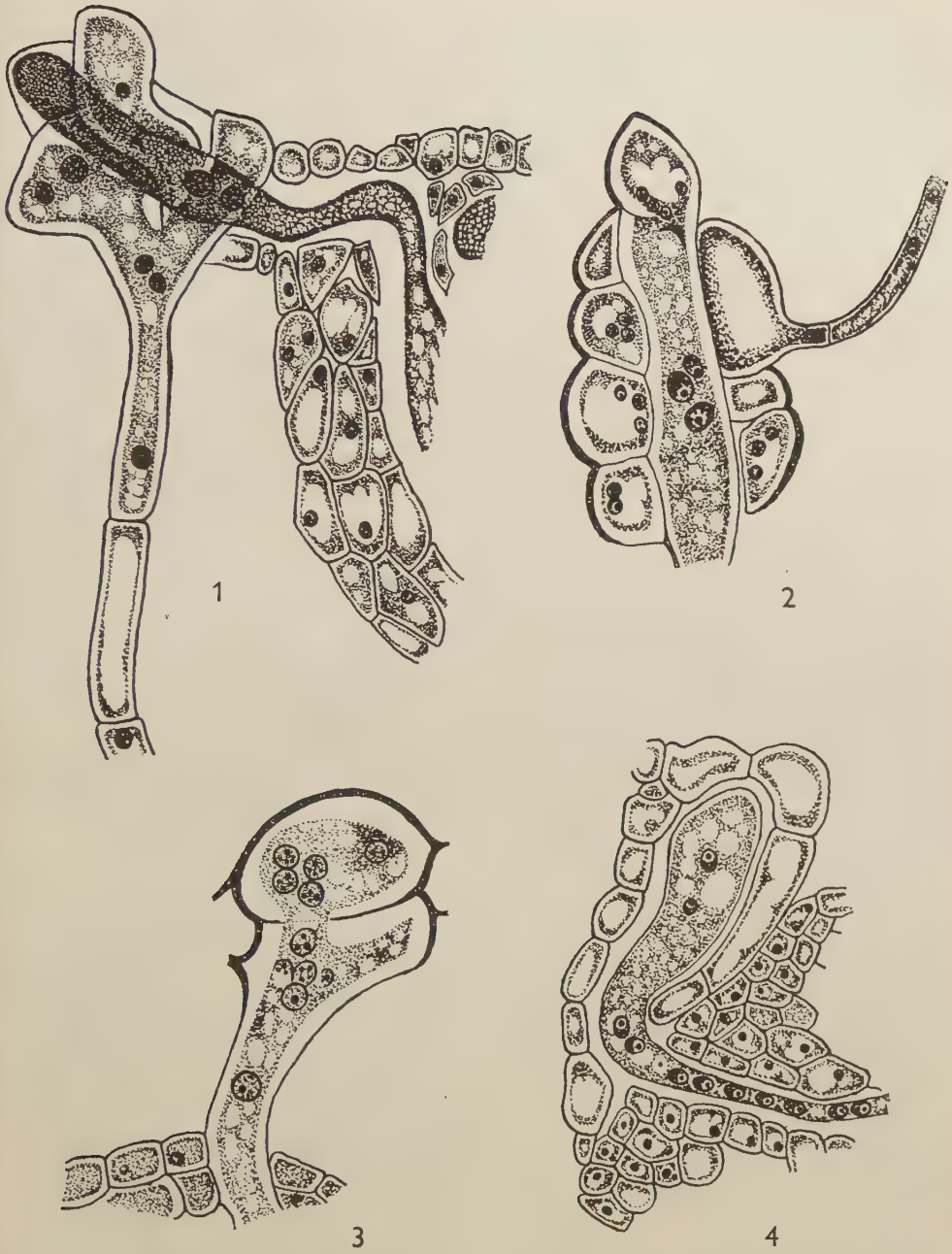
Podle Killiana 1917

tivních hyf, vzniká svinutím vrcholu spirála (obr. 76; *1*), která se zvětšuje, její buňky se dělí a brzy je zřetelný rozdíl mezi vnější a vnitřní vrstvou. Vnější vrstva je vrstvou obalnou a její buňky mají tlusté blány. Uvnitř se vytváří askogon, který obyčejně sestává ze 7 buněk a má podobu řeckého σ (tab. 76; *5*). Buňky askogonu se od zevních obalných buněk liší značnou velikostí jader, velkou hustotou plasmy a tenkými blanami. Okrajová konečná buňka askogonu se protáhne, protrhne obalnou vrstvu, vysune se nad ni a funguje jako trichogyn.

Antheridia vznikají v blízkosti askogonů jako postranní větve z vedlejších hyf. Pro nejmladší základy antheridií platí to, co pro počátky askogonu: nejdříve se nedají rozlišit od obyčejných vegetativních buněk ani ve vnější formě ani v plasmatu a jádrech. Antheridia možno poznat teprve tehdy, když se konečná buňka zvětší, vytvoří výběžky a její obsah se zvláštním způsobem změní. Plasma se zahušťuje a současně se tvoří četné vakuoly, jádra, kterých předtím bylo jen málo, se zmnožují a vstupují do výběžků. Na obr. 77; *1* jsou sice 3 výběžky, ale vyskytuje se jich i více.

Když vznikl askogon s trichogynem, dochází k pohlavnímu pochodu. Jak zjistil Killian (1917), je pohlavní pochod umožněn vzájemnou přitažlivostí antheridia a trichogynu a jejich růstem proti sobě. Jak dochází ke spojení, ukazuje obr. 77, *1*. Trichogyn vrůstá do antheridia; antheridium se svými třemi výběžky objímá trichogyn. Dotyk působí na antheridium dráždivě a jeho buňky se zvětší a zmnoží, obklopí i spodní část trichogynu (obr. 77; *2*). Vnější forma kopulace je velmi proměnlivá podle polohy partnera. Jednou se kontakt omezuje na vnější vrchol, po druhé se přiloží antheridiová buňka po celé délce na vrchol trichogynu. Ve všech případech se oba orgány nakonec pevně spojí. Také trichogyn se účastní aktivně splynutím tím, že na svém vrcholu vytváří více výběžků, které vnikají do antheridia. Na styčných místech se blána neustále ztenčuje, neboť tam je resorbována, až konečně zcela zmizí, takže vznikne zřejmé spojení. Na obr. 77; *2* je znázorněn stav, kdy jeho samčí jádro připutovalo k oběma jádrům trichogynu; dá se od nich rozlišit menší velikostí, ale oproti svým sesterským jádrům se zvětšilo. Plasma samčí buňky přechází přímo do samičí. Na obrázku 77; *3* vidíme, že čtyři samčí jádra překročila stěnu buněčnou. Není vyloučeno, že do trichogynu se dostanou nejen jádra, která leží v kopulační větvi antheridia, nýbrž dodatečně i jádra z jiných větví antheridia. Toto pojetí je pravděpodobné zvlášť vzhledem ke skutečnosti, že veškeré větve antheridia jsou po skončení pochodu jader vyprázdněna.

Samčí jádra putují do spodního konce trichogynu, kde se uspořádávají v počtu 8—12 v řadě za sebou jako perly na šňůře (obr. 77; *4*). Jádra trichogynu se naproti tomu neúčastní putování, zdá se, že svou úlohu dokončila a dají se na svých dřívějších místech prokázat jako degenerované zbytky. Když se konečně samčí jádra dostanou na spodní konec dlouze protáhlého trichogynu, příčné přehrádky jsou postupně resorbovány, a to nejdříve ty, které hraničí s trichogynem, takže nic nebrání samčím jádrům v přístupu k vlastním buňkám askogonu; zde se mísí se samičími jádry. Po smíšení jader není možno v jednotlivém případě rozhodnout, zda jde o samičí nebo samčí jádra; jejich tvar ani velikost nejsou totiž charakteristické. Tyto pochody jsou znázorněny na obr. 78, který byl kombinován ze tří sukcesivních řezů, takže možno sledovat vlákno askogonu po celé jeho délce.



77. *Venturia inaequalis. 1.* Antheridium objímá třemi výběžky trichogyn. *2.* Podélný řez trichogynem, splývajícím s antheridiem. Jedno samčí jádro připutovalo k oběma jádrům trichgynu. *3.* Podélný řez trichogynem, splývajícím s antheridiem. Čtyři samčí jádra vnikla dovnitř. *4.* Podélný řez trichogynem po vniknutí jader. Vniklá jádra samčí jsou již na dolním konci trichogynu.

Podle Killiana 1917.

Trichogyn po průchodu jader degeneruje. Antheridium rovněž degeneruje a jeho zbývající jádra zajdou. Degenerované buňky jsou pak stlačeny okolním pletivem. Zachovány zůstanou již jen střední buňky askogonu. Největší podíl na přetváření pseudoperithecia mají nyní parafysy, tj. vlákna, která vznikají jako výrůstky z buněk vnitřní stěny. Buňky askogonu, jež zůstaly zachovány na basi pseudoperithecia, vytvářejí na okraji řadu výrůstků a do nich vstoupí veškerý obsah buněk, ze kterých vyrůstají (obr. 79). Výrůstky se nyní vyvíjejí v askogenní hyfy, rostou do délky a dostávají se mezi parafysy.

Parafysy s askogenními hyfami nemůžeme zaměnit. Parafysy mají vždy jednojaderné buňky, kdežto v askogenních hyfách, zvláště v plasmatické části na vrcholu, se vyskytují vždy jaderné páry. Askogenní hyfy se nepravidelně vinou, parafysy rostou přímo. Když askogon skončil svou úlohu, předá jaderné páry a plasmu askogenním hyfám, je svým okolím stlačen a degeneruje stejně jako trichogyn a antheridium.

Kdežto vlákna askogonu mají bezprostředně po oplození dvouvrstevný obal ze stejných plasmatických buněk, má (obr. 79) pseudoperithecium 3 až 4 vrstvy buněk a jen u vnitřní vrstvy jsou zřetelná jádra a plasma. Směrem k vnějším vrstvám se obsah buněk ztrácí, jen okraj je zřetelně ztloustlý a hnědě zbarvený. Tím vzniká rozdíl mezi basí a vrcholem pseudoperithecia.

Askogenní hyfy vyrůstají zakřiveně, stáčejí se k basi a málokdy (na rozdíl od pseudoparafys) dosáhnou vrcholu. Na basi vytvářejí hustě spletenou síť, a proto není možno sledovat jednotlivá vlákna. Askogenní hyfy se vyvíjejí až do prosince; v lednu a únoru je údobí klidu a další vývoj nastává až na jaře. Z pletiva askogenních hyf vynikají nejdříve ojedinělá vlákna. Plasma a jádra se shromažďují hlavně na vrcholech vláken, kdežto jejich spodní části mají málo plasmy a málo jader. Konec askogenní hyfy, který má 4 jádra, se hákovitě zakřiví a tímto hákováním začíná tvorba vřecka. Hákování nastává i na postranních větvích.

Killian udává, že málokdy je možno zjistit místo vzniku antheridiové hyfy. Větev askogonu (archikarpu) a antheridiová hyfa pocházejí z obyčejných hyf, jejichž vrchol se diferencuje podle funkce. Primární hyfy původně leží daleko od sebe, rostou mnohdy na opačných stranách listů, takže jde (podle Killiana) o heterothallicky založené pohlavní orgány. Naproti tomu Kniep (1928) poznamenává, že tento Killianův závěr není průkazný, pokud nebude zjištěno, že pohlavní orgány vznikají vždy z různého mycelia, které pochází z různých askospor. Keitt a Palmiter (1938), zjistili, že v jednom vřecku jsou askospory obojího pohlaví (vždy po čtyřech).

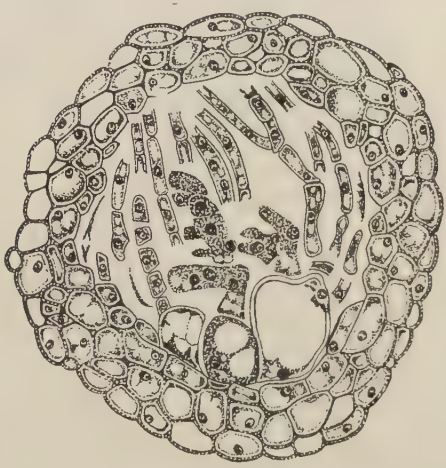
Podobně jako u *Endostigme* se zakládají plodnice i v jiných případech. Diferenciace pletiv, jak se zdá, je u různých rodů stejná. Základní pletivo se vlivem silného růstu okrajových částí protrhne nahoru a parafysoidy za těchto okolností ztratí souvislost s basí; zespodu mezi ně vrůstají vřecka. Parafysoidy mohou být v době zralosti pseudoperithecia rozpuštěny, takže vřecka leží bezprostředně vedle sebe, a z celkového vývoje je zřejmé, že tvoří pseudohymenium vzniklé stlačením a resorpcí intertheciálních stromatických vláken.

U zralých pseudoperithecií vzniká ústí tak, že stěna se na vrcholu rozdrobí a vzniklým otvorem vřecka vymršťují své spory. U *Endostigme inae-*

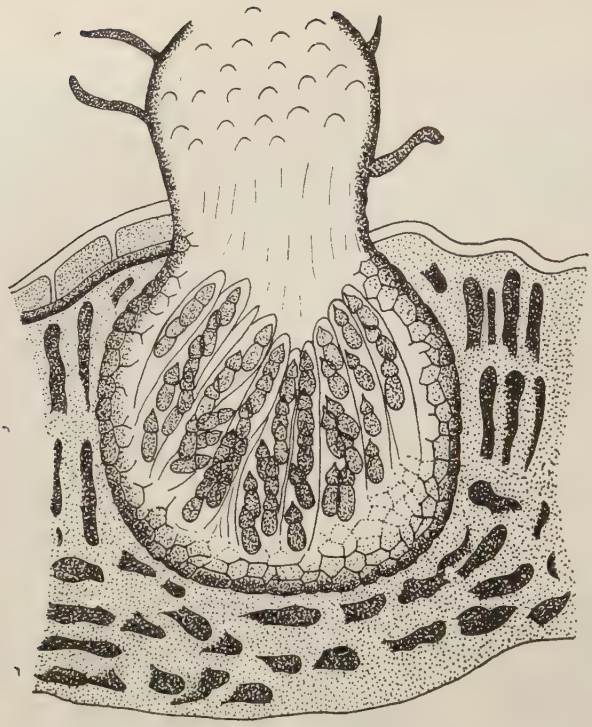
qualis (Cke.) Syd. pozoroval Aderhold (1896), že vřecko se při vyprazdňování protáhne až na dvojnásobek své původní délky, výtrusy se uspořádají do řady za sebou a vřecko vstoupí do vrcholu pseudoperithecia. Pak se roztrhne a v krátkých časových úsecích vystřeluje postupně jednotlivé spory (sukcedanní ejakulace), takže často je vyprázdněno i v době kratší než půl minuty. Aderhold zkoušel zjišťovat vzdálenost vystřelovaných askospor tím, že dával podložní sklíčko do různých vzdáleností od pseudoperithecií a na toto sklíčko spory zachycoval. Maximální vzdálenost dostřelu byla 1,5 cm. Vřecka pseudoperithecií se vyprazdňují jedno po druhém. V laboratorních podmínkách bylo vyprazdňování celého pseudoperithecia ukončeno v několika málo dnech. Vyprazdňování pseudoperithecií není současné; v přírodě trvá po celé týdny. Vymrštěné výtrusy jsou větrem nebo hmyzem přenášeny na listy jabloní a infikují je (obr. 80; schéma pseudoperithecia u *Pseudosphaeriales* viz obr. 81).

Kromě parasitů patří do čeledi *Pseudosphaeriaceae* i saprofyti, z nichž nás zajímají především černě z rodů *Capnodium, Teichospora, Limacinia* atd., které se někdy označují názvem *Fumago*. Jsou to nejčastěji epifyti, kteří se podobají sazím. Vyskytují se na povrchu listů a do vnitřních ple-

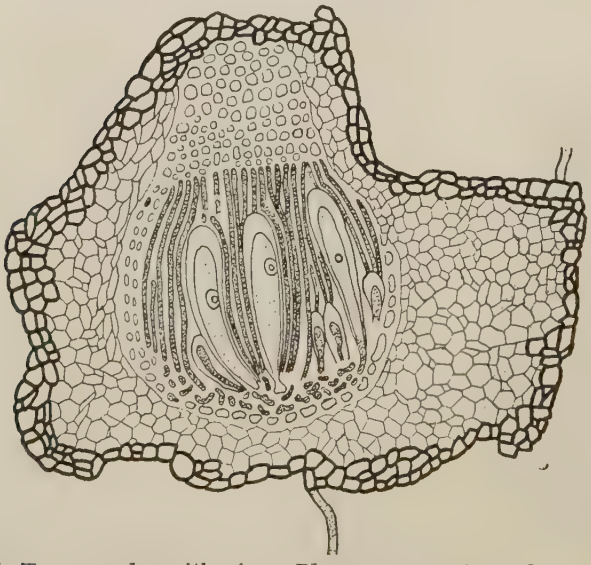
79. *Venturia inaequalis.* Podélný řez pseudoperitheciem s mladými askogenními hyfami a pseudoparafysami. Tři velké buňky jsou vyprázdněné buňky askogonu, ze kterých vyrostly askogenní hyfy.
Podle Killiana 1917.



78. *Venturia inaequalis.* Podélný řez oplozeným askogonem; příčné stěny jsou rozpuštěny, jádra putují dovnitř buněk.
Podle Killiana 1917.



80. Téměř zralé pseudoperithecium *Venturia inaequalis* na loňském listu jabloně; prorůstá líc listu.
Podle Aderholda 1896



81. Typ pseudoperithecia u *Pleospora* sp.: typ *Pleospora herbarum*. Na obrázku jsou patrné loculi a parafysoidy.
Podle Arnauda 1918 z F. Moreau 1954

tiv nepronikají. Mohou vegetovat jen na hostitelích, jejichž listy jsou pokryty medovicí, tj. sladkými koncentrovanými vyloučeninami. — Někdy medovici rostlina vylučuje sama, např. vlivem sucha, ale častěji je to výměšek hmyzu (červců, mšic a mér). Mezi nástupem hmyzu a zástupců černí je sukcese: hmyz předchází, vyživuje se z rostliny, jejich šťávu saje a na povrch listů vylučuje sladký výměšek, na kterém se černě vyvíjejí jako saprofyti. Jejich hyfy a rovněž i jejich fruktifikační útvary zabraňují volnému přístupu světla k orgánům, které pokrývají, a tím snižují fotosynthesu. — Zmenšují hodnotu plodů, zvláště stolního ovoce. Černě upozorňují praktické fytopatology na to, aby věnovali pozornost hmyzu, který pro ně vytváří vhodné podmínky, a aby je hubili insekticidy. Černě se vyskytují nejvíce v krajinách tropických a subtropických, ale i u nás se často objevují. Systematické zařazení těchto černí není zcela vyjasněno. Podle některých studií o jejich ontogenesi jde zde o perithecia.

Mycosphaerellaceae

Mycosphaerellaceae mají velmi různé ve-

dlejší rozmnožovací formy. Dají se rozlišit celkem tři konidiové typy, z toho typ hyphomycetový a dva typy pyknidové. Ty mohou být také více nebo méně melankoidně vyvinuty. Nejbohatším rodem je rod *Mycosphaerella*, který má přes 1000 druhů.

a) Vedlejší rozmnožovací typ hyphomycetový

Konidie se odškrcují na jednotlivých konidioforech, nebo konidiofory jsou uspořádány ve svazečcích.

K *Mycosphaerellaceae* patří dosud zástupci z těchto imperfektních rodů:

Ovularia Sacc. má jednobuněčné, hyalinní spory.

Ramularia Unger má cylindrické, dvoubuněčné, vzácně vícebuněčné hyalinní spory spojené v krátké řetězce.

Cercosporella Sacc. má hyalinní, většinou prodloužené a obráceně kyjovité nebo úzké a prodlouženě vřetenovité vícebuněčné spory.

Cercospora Fr. má spory jako *Cercosporella*, ale spory i nosiče jsou více nebo méně zbarveny.

Passolara Fries. má spory podobné jako *Cercospora* s dvoubuněčnými, podlouhlými kyjovitými nebo vřetenovitými sporami.

Stigmina Sacc. má přepážkované oválné, zbarvené spory.

Také zástupci z rodu *Cladosporium* Lk., kteří mají spory zbarvené a s jednou přepážkou, patří k rodu *Mycosphaerella.*

b) Vedlejší rozmnožovací stadium pyknidové typu *Septoria*

Konidie vznikají v pyknidách na krátkých vláknitých nebo hůlkovitých, často silně redukovaných nosičích. U malého počtu druhů jsou i pyknidy silně redukovány.

c) Mikrokonidiové typy

Současně se založením pseudoperitheciového stromatu můžeme u mnohých zástupců *Mycophaerellaceae* pozorovat vznik ponořených malých pyknid. Nezralé pyknidy jsou vyplněny buňkami bohatými na plasmu, které jsou většinou v síťovitě uspořádaných řetězcích. Podle Wolfa (1939) v každé buňce vznikají 4 plasmatické útvary, které se pak řadí za sebou, uvolňují se z vrcholu sterigmatu, který vzniká na každé buňce. V jiných případech se zdá, že sterigmata chybějí. Plasmatické útvary se tak vyvíjejí v mikrokonidie, které jsou velmi malé, podlouhlé hůlkovité, vzácně eliptické.

Mikrokonidiové stadium se většinou popisuje jako *Phyllosticta* Pers. Tento rod je však smíšený; pyknidový typ vlastně patří k rodu *Asteromella* Pass. et Thüm. Von Höhnel (1917) rozdělil rod *Phyllosticta* na rod *Stictochorella* v. H., jehož konidie se odškrcují na rozvětvených nosičích, a rod *Plectophoma* v. H., jehož konidie se odškrcují na síťovitě spojených nosičích.

Von Höhnel (1917) předpokládá, že *Mycosphaerellaceae* prodělávají během svého vývoje stadium hyphomycetové a pak obě pyknidová stadia. Arx (1949) však podotýká, že tomu tak není a uvádí tento normální vývoj:

Askospory vyvolávají na jaře infekci a na hostiteli, např. na listech, vytvářejí skvrny. V nich nebo na nich se tvoří makrokonidie buď podle typu *Hyphomycetes* nebo podle typu rodu *Septoria.* Je pravděpodobné, že u mnohých druhů se mohou obě formy vyskytovat vedle sebe; zatím však není proveden jistý důkaz. Makrokonidie rozšiřují houby v létě. Na podzim se tvoří mikrokonidie, které v mnohých případech slouží ke kopulaci,

a to tehdy, oplozují-li askogon v současně utvořeném pseudoperitheciovém základu. Stávají se tak sekundárními, deuterogamickými, pohlavními buňkami (spermaciemi), které ztratily svou klíčivost. Takto oplozená pseudoperitheciová stromata přezimují. Na jaře pak dozrávají a tvoří askospory.

U mnohých *Mycosphaerellaceae* neznáme žádné makrokonidie, u jiných žádné mikrokonidie. Jsou také druhy, u kterých neznáme vůbec žádné vedlejší rozmnožovací stadium a u některých je jisté, že ani žádné nemají. Jde při tom částečně o houby arktických nebo aridních oblastí s velmi krátkým vegetačním obdobím, kde může dozrát jen vřeckaté stadium.

Rod *Mycosphaerella* parasituje ve více než tisíci druzích na nejdůležitějších rostlinách a pseudoperithecia vytváří pod epidermis odumřelých a hnijících pletiv. K l e b a h n (1918) prozkoumal vývoj řady druhů tohoto rodu a navrhl rozdělení v několik sekcí podle vedlejších rozmnožovacích stadií. Tak např. vznikly sekce *Septorisphaerella* s konidiovými typy imperfektních rodů *Septoria* nebo *Pleospora*, sekce *Ramularisphaerella* s konidiovým stadiem *Ramularia,* sekce *Cercosphaerella* s konidiovým stadiem *Cercospora* atd. Při tomto dělení narážejí však systematikové na velké potíže, protože příslušná vedlejší rozmnožovací stadia popsaných druhů rodu *Mycosphaerella* jsou dosud jen málo známa. Je otázka, kam zařadit druhy, které vůbec nemají konidiové stadium nebo které mají konidiových stadií více. Z tohoto důvodu A r x (1949), rozděluje rod *Mycosphaerella* na sekce podle morfologie jejich pseudoperithecií.

Dothideaceae

Vzhledem k tomu, že u zástupců této čeledi jsou askogony rozptýleny ve stromatu, vzniká v těchto stromatech více fertilních hnízd. Stromata pak nejsou jednoduchá a jednotně stavěná jako u čeledi *Pseudosphaeriaceae* a *Mycosphaerellaceae,* nýbrž jsou složena z více fertilních perithecioviých částí. Představitelem jednoduché stromatické formy je *Cymadothea trifolii* (P e r s.) W o l f (vedlejší rozmnožovací stadium je *Polythrincium trifolii* S c h m. et K z e.), která často způsobuje černou skvrnitost jetele.

U vyšších rodů, např. u *Botryosphaeria* a *Plowrightia,* se fertilní hnízda osamostatňují a zdvíhají nad stroma. Konečným stupněm této řady je rod *Cucurbitaria.* Z rodů, které sem patří, uveďme ještě *Dothidella.*

Ascohymeniales

Vřecka jsou ponořena uvnitř perithecií nebo jsou rozložena (v době zralosti) na povrchu apothecií. Perithecia a apothecia byla již dříve popsána při charakteristice hub vřeckatých. Perithecia *Ascohymeniales* jsou velmi podobná pseudoperitheciím *Ascoloculares.* Perithecia se však na rozdíl od pseudoperithecií vyvíjejí z pohlavních orgánů. Stěna perithecií je tvořena hyfami, které vznikají hlavně ze stopky askogonu (archikarpu), tedy ze samičího orgánu (mohou však být také zesíleny vegetativními hyfami, které se vplétají dovnitř).

Ascohymeniales jsou význačné uspořádáním vřecek v hymeniu. Hymenium *Ascohymeniales* je souvislá vrstva tvořená rovnoběžně uspořádanými vřecky a parafysami. První se vyvíjejí sterilní tenká vlákna, která

jsou na svých vrcholech volná; jsou to parafysy. Vřecka se vkládají mezi ně a během svého růstu je oddělují.

Perithecia se vyskytují u hub dříve zařazovaných k tvrdohoubám, *Pyrenomycetes*, a apothecia u hub dříve řazených k houbám terčoplodým — *Discomycetes*. U *Pyrenomycetes* je perithecium lahvicovité. Otvírá se pravým otvorem (ostiolum) s více či méně dlouhým kanálkem, jehož stěny jsou vyloženy hustými vlákny, která pocházejí z obalu perithecia a nazývají se perifysy. Ostiolum vzniká schizogenním způsobem a objevuje se brzy při vývoji perithecia před dozráním vřecek; je to otvor, který se zakládá současně s vývojem plodnice, a tím se odlišuje od otvoru *Ascoloculares*, který vzniká teprve v době zralosti rozdrobením horní části stromatu.

Sphaeriales

Přehled čeledí

1. Perithecia nejsou obdána zřetelným stromatem.
   Čel. Sordariaceae
2. Perithecia jsou obdána zřetelným stromatem.
   a) Stroma je většinou masité nebo chrupavčité, často živě zbarvené.
      α) Saprofyti nebo parasiti s povrchovým stromatem; perithecia přisedají na stromata nebo jsou do nich ponořena.
      Čel. Hypocreaceae
      β) Parasiti rostlin se stromatem intramatrikálním; perithecia jsou ponořena do stromatu.
      Čel. Polystigmataceae
   b) Stroma ve stáří často tvrdé a lámavé, většinou tmavě zbarvené.
      α) Stroma většinou intramatrikální, později se protrhává.
      Čel. Diatrypaceae
      β) Stroma většinou volné a samostatně se vyvíjející.
      Čel. Xylariaceae

Sordariaceae

Jsou to převážně saprofyti, jejichž perithecia jsou volná a nejsou ponořena do vlastního stromatu. Rody se rozlišují hlavně podle vřecek a askospor. Studiem této čeledi se u nás zabýval Bayer (1924).

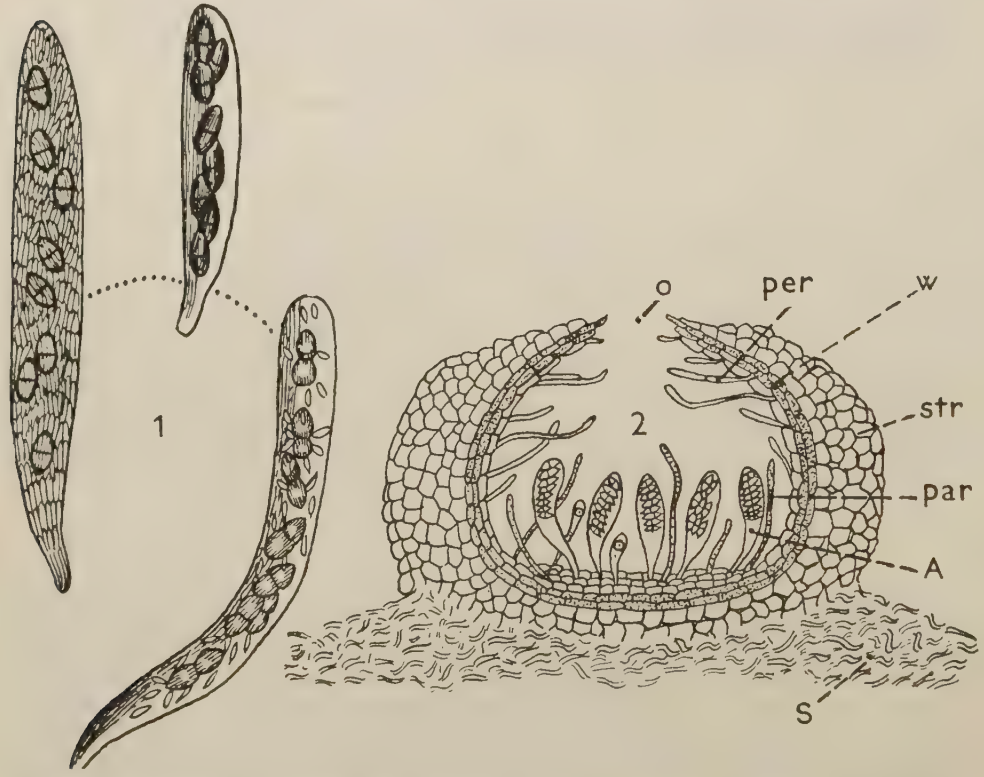
Hypocreaceae

U *Hypocreaceae* stroma vytváří většinou v mládí konidie. V době pohlavního vývoje v jeho nitru vznikají askogony. Pseudoparenchymatické pletivo se nad nimi rozestupuje a zakládá schizogenní dutinu, kolem jejíchž okrajů vzrůstají hyfy, které tvoří stěnu perithecia. Dutina, v níž jsou vřecka, není obdána bezprostředně stromatem, jako je tomu u stromatických *Ascoloculares*, nýbrž je obalena tenkou, kožovitou jemnou stěnou perithecia (obr. 82; *2* w). U jednodušších zástupců je základní pletivo ještě málo diferencované (*Nectria, Hypomyces*). K peritheciu přiléhající partie je často živě zbarvena a někdy výrazně pseudoparenchymatická, jako tzv. subiculum (obr. 82; *2* S), které je podle substrátu a výživy různě silně vyvinuto a nese perithecia. U vyšších rodů je stroma diferencované ve sterilní a fertilní část.

Pro nás jsou nejdůležitější rody *Gibberella, Calonectria, Nectria, Hypomyces.* Barva jejich mycelia závisí značně na výživě a zvláště na reakci substrátu. Např. u *Gibberella saubinetii* (Dur. et Mont.) Sacc. je mycelium v alkalickém prostředí červené, v kyselém žluté.

U některých druhů [*Nectria sinopica* (Fr.) Tul.] mohou hyfy, po případě i askospory, přejít za určitých podmínek výživy v pučení. U některých jiných zástupců, tak u *Nectria inaurata* Berk. et Br. a u *Nectria coryli* Feckl., může k tomuto pučení askospor dojít již ve vřecku (obr. 82; *1*), takže vřecka jsou pak vyplněna jako u rodu *Taphrina* pučivým myceliem.

Konidie možno rozlišit v makrokonidie a mikrokonidie. Oba tyto typy představují jen dva krajní případy jedné formy spor a jsou navzájem spojeny přechody; za určitých růstových podmínek však převládá jeden nebo druhý typ. Mikrokonidie jsou ve většině případů jednobuněčné, řidčeji s 1—3 přepážkami, jejich tvar je obyčejně oválný nebo vejčitý, zřídka kulovitý, hruškovitý nebo vřetenovitý (obr. 83; *1*). Vytvářejí se obyčejně na vzdušném podhoubí na oddělených konidioforech v hlavičkách nebo řetězcích (obr. 83; *2*). Stadia s hlavičkami byla dávána do imperfektního



82. *Nectria inaurata: 1.* Vřecko bez pučivých buněk a vřecka s pučivými buňkami. (Podle literatury z Gäumanna 1926.) 2. Schematický řez plodnicí u skupiny *Nectria - Hypomyces:* w — kožovitá stěna perithecia, o — ostiolum, per — periphysy, A — asci, par — zbytky parafys, str — živě zbarvený pseudoparenchymatický zbytek stromatu, který přechází na basi v subiculum — S.

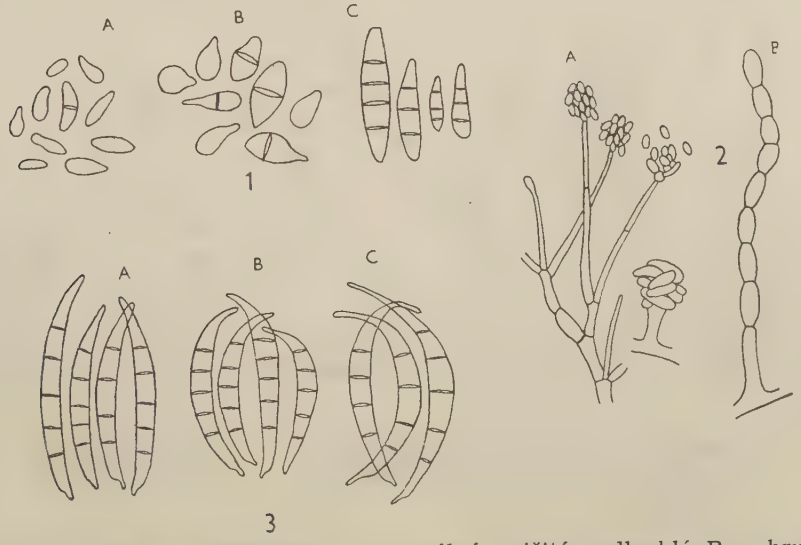
Podle Gäumanna 1949

rodu *Cephalosporium*. Makrokonidie jsou větší, vznikají na vzdušném myceliu i ve sporodochiích, pionotech, pseudopionotech a obyčejně mají 3—5, řidčeji 6—9 přehrádek. Přepážky se za nepříznivých podmínek rozpouštějí nebo vůbec nezakládají. Bývají různě zakřiveny: jsou eliptické, parabolické (hlavně na vrchní straně zahnuté), hyperbolické (silně a stejnoměrně zahnuté na obou koncích, tvaru půlměsíce) nebo jsou i jinak zahnuté (obr. 83; *3*). Nejvíce jsou rozšířeny eliptické konidie, které jsou na obou koncích stejně lehce zahnuté. Makrokonidiová forma se řadí do imperfektního rodu *Fusarium*, u jehož některých druhů se vedle makrokonidií vyskytují i mikrokonidie.

Tvorba spor u rodu *Fusarium*. Makrokonidie na vzdušném myceliu se obyčejně vyskytují na jednoduchých konidioforech, jež někdy jsou slabě, jindy silně rozvětvené. Někdy se konidiofory seskupují a vytvářejí zvláštní útvary, tzv. sporodochia a pionoty.

Sporodochia vypadají jako polštářky a skládají se ze souboru konidioforů, které nesou množství makrokonidií (obr. 84; *3*). V kultuře se vnější vzhled sporodochií shoduje s pseudopionoty; liší se však stromatickým pseudoparenchymatickým základem nebo jenom propleteným podhoubím. V kulturách se sporodochia rozkládají na vzdušném podhoubí nebo u základů substrátu, jsou barvy modré, fialové, oranžové nebo lososové.

Pionoty se od sporodochií liší tím, že jejich makrokonidie tvoří hlenovitou vrstvu bez pseudoparenchymatického stromatického základu. Pionoty se rozdělují na pseudopionoty a pionoty (obr. 84; *1, 4, 5, 6*). Pionoty představují plochou hlenovitou vrstvu, která téměř nemá vzdušné podhoubí a skládá se z masy makrokonidií. Pionoty mohou být povrchové a ponořené. Povrchové pionoty představují buď hlenovité povlaky na sub-



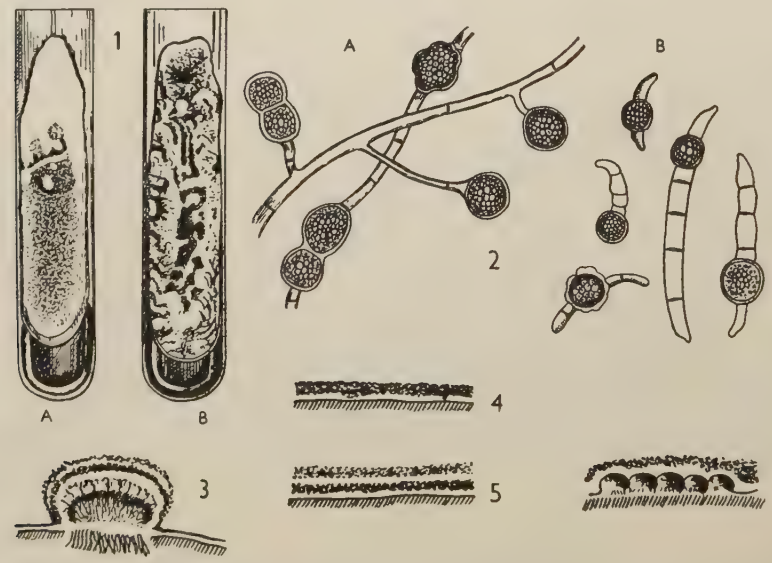
83. *Fusarium: 1.* Tvary mikrokonidií. A — oválné, vejčité, podlouhlé, B — hruškovité, podlouhle hruškovité, kulovité, C — vřetenovité. *2.* Vytváření mikrokonidií na konidioforech: A — v hlavičkách, B — v řetízcích. *3.* Různé tvary makrokonidií u rodu *Fusarium: A* — eliptičně zahnuté, B — parabolicky zahnuté, C — hyperbolicky zahnuté.

Podle Rajllové 1950.

strátu nebo oddělené hrbolky. Ponořené pionoty nemají povrchovou hlenovitou vrstvu a liší se od ostatního povrchu substrátu jen barvou. Pseudopionoty se obyčejně vyskytují v podobě hrbolků rozložených na vzdušném podhoubí na povrchu substrátu nebo jsou ponořeny do substrátu. Zbarvují se oranžově, lososově nebo zůstávají bezbarvé.

U fusarií se vytvářejí také chlamydospory a sklerocia. Chlamydospory vznikají v podhoubí a v konidiích (obr. 84; *2*), bývají kulovité nebo oválné, obyčejně bezbarvé. Sklerocia se tvoří v kulturách mnohých druhů. Bývají okrouhlá, jednotlivá nebo ve skupinách, menší než 1 mm, někdy větší, do 12—15 mm. Jejich barva bývá různá.

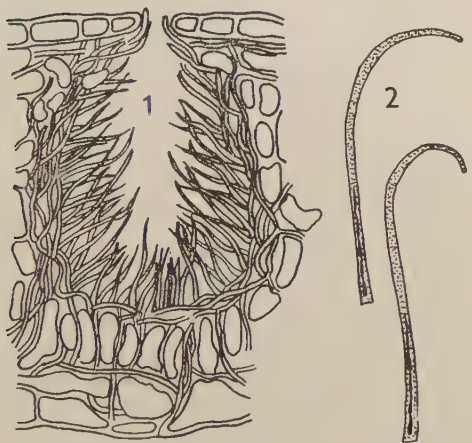
Fusaria jsou v přírodě velmi rozšířena. Jsou mezi nimi četní parasiti rostlin, některá fusaria znehodnocují potraviny, jiná se vyskytují na živočišných tělech, jiná zase na houbách; jsou parasity i saprofyty. Za jakých okolností se fusaria zúčastňují rozkladu humusu, není ještě dostatečně prozkoumáno; víme jen tolik, že fusaria dovedou rozkládat celulosu. Konidiové stadium fusarií řadíme do *Fungi imperfecti* do *Hyphomycetes* do čeledi *Tuberculariaceae*. Ačkoliv u mnoha fusarií bylo již prokázáno vřeckaté stadium, přece většinou patří ještě do *Fungi imperfecti,* neboť jejich vývoj je znám jen částečně. Z toho důvodu, a protože se vřeckaté stadium v kulturách vytváří vzácně a stadium konidiové je v přírodě neobyčejně hojné, se k určování používá konidiového stadia. Fusaria monograficky zpracovali Wollenweber a Reinking (1935) a v poslední době Rajllová (1950).



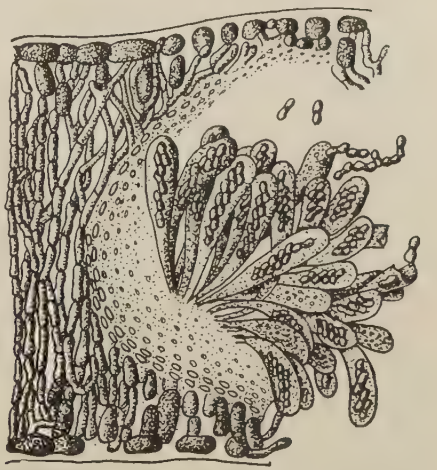
84. *Fusarium. 1.* Pionoty a pseudopionoty: A — pionoty v kultuře na agaru (*Fusarium bucharicum);* B — pseudopionoty v kultuře na agaru (*Fusarium scirpi*). *2.* Chlamydospory: A — chlamydospory v myceliu, B — chlamydospory v konidiích (podle Rajllové 1950), *3.* Sporodochium (podle literatury z Rajllové 1950), *4.—6.* Stadia vývoje pionot (podle literatury z Rajllové 1950).

Patří sem mimo jiné rod *Polystigma* [např. *Polystigma rubrum* (Pers.) DC., která způsobuje červenou skvrnitost listů švestkových] a rod *Phyllachora* [např. *Phyllachora graminis* (Pers.) Fckl., která parasituje na travách]. Perithecia jsou ponořena úplně do stromatu.

Z řádu *Sphaeriales* bude podrobněji probrána *Polystigma rubrum* (Pers.) DC. Její vývoj trvá rok. Askospory na jaře vyklíčí a infikují mladé listy švestek a během 5—6 týdnů vytvářejí červená stromata. V stromatech brzy vznikají pyknidy (spermogonie) a v nich pyknospory (spermacie) (obr. 85; *1, 2*). Pozdě na podzim se na opadaném listí vytvářejí perithecia (obr. 86), která dozrávají na jaře příštího roku a jejich askospory zase infikují listy švestek. Pochod je velmi složitý a studuje se již přes půl století. Mimo jiné se často diskutovalo o funkci pyknospor, o kterých byly vyslovovány různé domněnky. Soudilo se např., že slouží k infekci. Ale infekce při pokusech s pyknosporami se nikdy nezdařila a ani v přírodě nebyla pozorována. Kdyby docházelo v přírodě k onemocnění, způsobenému pyknosporami, dělo by se tak masovými infekcemi, protože pyknospory vytékají na povrch listu ve velkém množství. Pokud se stromata vyskytují později, vznikají z opožděné infekce způsobené askosporami. Jindy zase byla vyslovována domněnka, že pyknospory zastávají funkci spermacií, jindy opět, že představují spermacie, které svou funkci během fylogenetického vývoje hub ztratily. Tyto pochybnosti a dohady v podstatě záleží v tom, že je velmi obtížné i z hlediska mikroskopické techniky detailně sledovat vývoj *Polystigma rubrum*. Tyto potíže ukazují i výsledky práce některých badatelů, kteří se touto otázkou zabývali. Rozdílné resultáty a různé hypothesy poučují o tom, že onthogenesi hub ještě zdaleka dobře neznáme.



85. *1.* Podélný průřez částí listu s mladou pyknidou (podle Blackmana a Welsforda 1912 z Gäumanna 1926), *2.* Pyknospory (podle Blackmana a Welsforda 1912 z Gäumanna 1926).



86. *Polystigma rubrum.* Perithecium. Ze Sorauera 1908

Polystigma rubrum byla po dlouhá léta v mykologii proslavenou houbou, neboť podle průzkumů, jež prováděl Fisch (1882) a Frank (1883). byla jedinou houbou vřeckatou, která se vyznačovala týmiž oplodňovacími poměry, jak je Stahl (1874, 1877) popisoval u lišejníků z rodu *Collema.* Jako Stahl u *Collema,* tak i Fisch u *Polystigma* zobrazil šroubovitě stočený askogon, který se prodlužoval ve vláknitý trichogyn. Trichogyn vystupoval průduchy hostitele na povrch listu a na jeho volném vrcholu viděl Fisch přilepené spermacie a konstatoval jejich výskyt. Frank však popsal spojení vrcholu trichogynu se spermacií a domníval se, že zde jde o kopulaci. Trichogyn pak později odumře, načež z askogenních buněk vypučí askogenní hyfy.

Později Blackmann a Welsford (1912) vystoupili s prací, ve které tvrdí, že trichogyn nedosahuje povrchu listu, a proto nemůže nastat kopulace pomocí spermacií. Mimo to Blackman a Welsford popírají vůbec spolupůsobení askogonu na vývoji perithecia. Popisují, že všechny buňky askogonu zajdou dřív, než vzniknou askogenní hyfy, které se podle nich tvoří z čistě vegetativního pletiva. Tito autoři podali první zprávy o cytologii askogonu. Pozorovali, že jeho buňky jsou vícejaderné a že jedna z nich obsahuje velký počet jader.

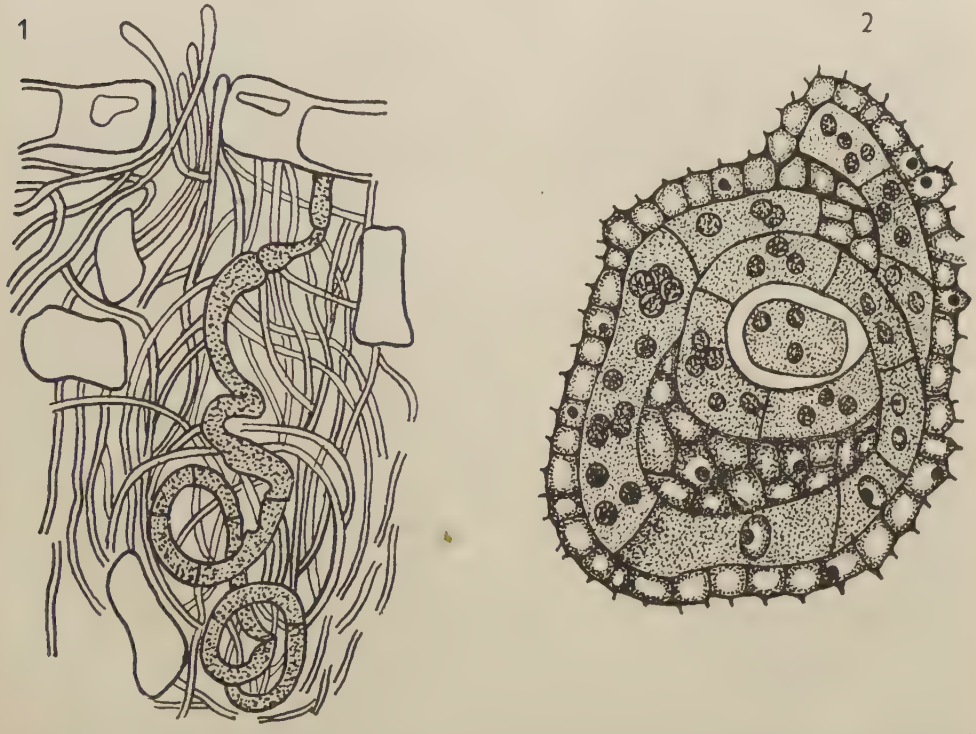
Obsáhlou práci věnovanou studiu vývoje *Polystigma rubrum* napsal Nienburg (1914). Všímá si, že askogon se zakládá teprve tehdy, když stroma dosáhlo již značné tloušťky. Askogon vypadá jako šroub, který vzniká z krátké málojaderné buňky mycelia. Konec šroubu se ztrácí ve vegetativním pletivu, takže trichogyn se zatím nedá nalézt (obr. 87; *1*). V tomto stadiu se vyskytují v každém askogonu tři buňky, vždy ve stejném uspořádání; dlouhá buňka s mnoha malými jádry, dlouhá buňka s velkým jádrem a krátká buňka s velkým jádrem. Dále si autor všímá odvození trichogynů, jichž ve většině případů vzniká na askogonu několik a jež jsou rozvětvené. Tuto skutečnost Nienburg zvláště zdůrazňuje, protože Blackman a Welsford považovali rozvětvený trichogyn za výjimku; jinak se však autor přiklání k názoru, že trichogyn jako oplodňovací orgán nemá žádný význam. Jmenovaní badatelé měli pro toto tvrzení jen negativní důvody, totiž nepozorovali nic, co by poukazovalo na oplození, kdežto Nienburg vysvětluje, jak a kde dochází k oplození. To, co dosud bylo popsáno, se vyskytuje na materiálu, který byl sesbírán na konci července a na začátku srpna. V této době jsou u většiny askogonů vytvořeny již všechny elementy, což přirozeně nevylučuje, že na okrajích stromatu se ještě vyskytují zcela mladá stadia. V pozdním létě a na podzim se askogony mění tak, že jejich buňky a jádra se zvětšují.

Oplození se děje teprve v prosinci v odumřelých a na zem spadlých listech. Pro sexuální akt jsou důležité jen ty dvě buňky askogonu, které Nienburg označuje jako dlouhou mnohojadernou buňku a dlouhou jednojadernou buňku. V příčné stěně mezi oběma těmito buňkami vznikne otvor a jím přetéká část plasmatu z mnohojaderné buňky do buňky jednojaderné (obr. 88; *1*). Mnohojaderná buňka představuje tedy sekundárně vzniklou „samčí" buňku a jednojaderná „samičí". Kterému z mnohých jader samčí buňky se podaří přejít do samičí buňky, záleží na náhodě. Jakmile putování skončí, otvor v přepážce se ihned uzavře (obr. 88; *2*). Pak odumírají veškeré buňky askogonu kromě oplozené samičí buňky, ze které nyní vyrůstají askogenní hyfy; je to opět protiklad k tvrzení Black-

manovu a Welsfordovu, kteří tvrdí, že celý askogon zahyne a askogenní hyfy vznikají z vegetativního pletiva. V dalším vývoji vznikne perithecium, uvnitř kterého vznikne dutina s parafysami a později do této dutiny vrostou askogenní hyfy a tam vytvářejí vřecka. Vývoj askospor se ukončuje na jaře.

V novější době napsali studii o vývoji perithecia některých hub vřeckatých a mezi nimi o vývoji perithecia u *Polystigma rubrum* manželé Moreauovi (1930). Jako pracovní domněnka jim slouží závěry o vývoji perithecia u různých *Ascomycetes*, jež pronesl Dangeard na základě svých pozorování. Dangeard zdůrazňuje, že při vzniku perithecia nedochází k pohlavním pochodům. Manželé Moreauovi probírají stručně dosavadní výsledky a vytyčují tyto otázky: zda spermacie oplozují, zda degenerace askogonu je totální, jak tvrdí Blackman a Welsford, a zda jedna nebo více buněk askogonu, jež zůstaly ušetřeny degenerace, nejsou počátkem askogenních hyf. Konečně je nutné ověřit oplození, které popisuje Nienburg, a je nutno prošetřit vznik askogenních hyf, o kterých Nienburg praví, že pocházejí z dvoujaderné buňky askogonu vzniklé při oplození.

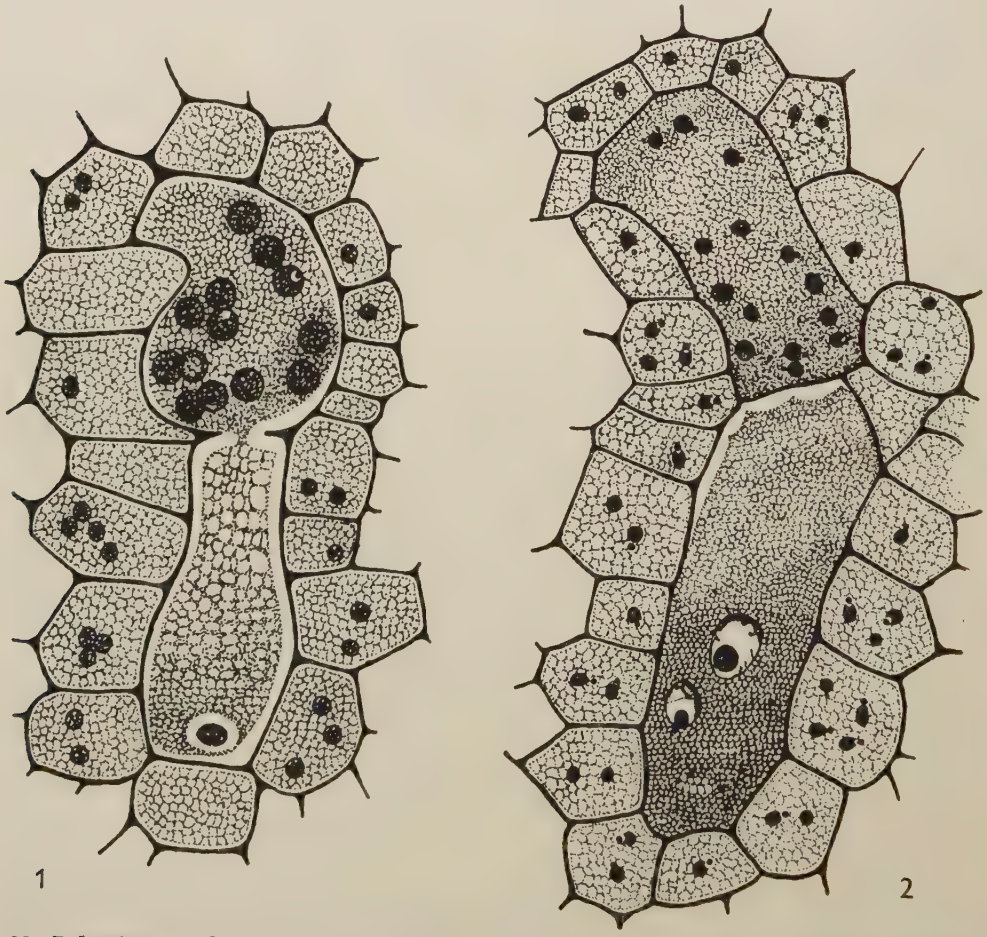
Pokud se týče vlastních pozorování, které provedli manželé Moreauovi, vyplývá z nich, že mnohobuněčný, často rozvětvený trichogyn smě-



87. *Polystigma rubrum*. *1.* Podélný průřez mladým základem perithecia se šroubovitě svinutým askogonem (podle Blackmana a Welsforda 1912 z Gäumanna 1926). *2.* Mladý askogon, u kterého jsou až na trichogyn vytvořeny všechny podstatné části (podle Nienburga 1914).

řuje k povrchu listu, ale nedosahuje ho a předčasně degeneruje. Nepřichází proto v úvahu oplození pyknosporami (spermaciemi), předpokládané autory z minulého století. Manželé Moreauovi popírají i závěry Blackmanovy a Welsfordovy, kteří byli oklamáni rychlostí vývoje askogenních hyf, o kterých se domnívali, že vznikají po totálním zaniknutí buněk askogonu". Autoři zjistili, že trichogyn a většina buněk askogonu degeneruje. Několik buněk askogonu však zůstává (snad jen jediná) a ty dávají vznik askogenním hyfám. Autoři konečně také popírají oplození, které uvádí Nienburg. Říkají, že Nienburg nezobrazuje nikde migraci jádra, a praví, že dvě jádra ve velké buňce askogonu mají jiný původ, než je jim připisován. Soudí, že tato buňka je prostě jednou z buněk askogonu, která má dvě jádra. Podle těchto autorů askogenní hyfy vznikají z buněk askogonu, které nedegenerovaly.

Roku 1934 vyšla práce Trifonové, jež sleduje vývoj *Polystigma rubrum* spíše z fytopatologického hlediska a nesleduje tak detailně cytolo-



88. *Polystigma rubrum*. *1.* Stěna mezi dvěma buňkami askogonu je částečně resorbována (podle Nienburga 1914), *2.* Plasmogamie (podle Nienburga 1914).

gické poměry, jako např. Nienburg. Uvedeme si některé její výsledky a domněnky o vývoji této houby, pokud se týkají naší problematiky.

Trifonová často pozorovala vystupování trichogynů na povrch a na jejich koncích skoro vždy nalezla přilepené pyknospory. Nepozorovala však vnikání pyknospor nebo jejich klíčních vláken do trichogynů.

Při úvaze o infekci pyknospor vyslovuje Trifonová domněnku, že pyknospory možná zastávají funkci spermacií jako pyknospory u *Puccinia graminis* Pers. I u *Puccinia graminis* nebyla dlouho jejich funkce známa a je možné, že u *Polystigma rubrum* je dvojí pohlaví a podobné biologické poměry jako u rzí. Při správnosti tohoto předpokladu, poznamenává Trifonová, bychom museli očekávat, že askospory se tvoří v jednom vřecku ve dvou pohlavích. Při infekci jednotlivými askosporami se musí tvořit skvrny, které obsahují pyknidy jen jednoho pohlaví; jsou-li však ve skvrnách pyknidy obojího pohlaví, pak to musí být skvrny, které vznikly sjednocením z více skvrn, vytvořených z askospor různých pohlaví. V létě se v těchto skvrnách tvoří askogony s trichogyny, které vystupují na povrch a jsou dvojího pohlaví. Při dešti pyknospory vytekou ven a pokrývají skvrny, ba i celé listy. Tímto způsobem vnikají + pyknospory do − trichogynů a opačně. Při kopulaci dojde k tvorbě perithecií a na jaře při dělení jádra a při tvorbě askospor ve vřecku se obě pohlaví oddělí znovu.

Tento předpoklad se autorka snaží dotvrdit např. tímto pokusem: Vezmeme-li v úvahu, že pyknospory klíčí při dostatečné vlhkosti, musíme předpokládat, že totéž je nutné při vnikání jejich klíčních vláken do trichogynů. Udržíme-li tudíž stromata v laboratoři v suchu, nemůže dojít k oplození, a tím ani ne k vytvoření perithecií. Autorka si tudíž v laboratorních podmínkách nainfikovala listy švestek, které byly udržovány v suchu, i když byl stromek zaléván. Listy, na kterých vznikla stromata, brzy spadly a byly pak dány na vlhkou půdu a takto udržovány přes celou zimu. Stromata odumřela a nevytvořila žádná perithecia, ačkoliv na napadeném listí, nasbíraném na podzim pod stromy a uchovaném při stejných podmínkách, se perithecia vytvořila.

Tento pokus se sice může pokládat za potvrzení výše uvedeného předpokladu, ale ne za důkaz pro jeho správnost, tím spíše, že nebyla provedena kontrola ve vlhkém prostředí.

Za tohoto stavu, kdy existují různé výsledky o vývoji *Polystigma rubrum*, jsou zajímavé i úsudky, které zaznamenává Gäumann (1926). Podle něho pyknidy byly kdysi spermogoniemi a pyknospory jsou dnes spermaciemi bez funkce, ale kdysi oplodňovaly askogony. Výrostky askogonu by se podle toho mohly označit jako rudimentární trichogyny. *Polystigma rubrum* by se mohla podle toho označit jako druh, u kterého bylo ztracené oplozování spermaciemi nahrazeno parthenogamickým pohlavním aktem. (Taková forma náhradní sexuality, u které navzájem kopulují dvě buňky askogonu, tedy dvě sesterské buňky samičího pohlavního orgánu, se nazývá parthenogamie.) Na druhé straně Gäumann pochybuje o tom, zda pyknospory vůbec někdy měly funkci spermacií. Mimo jiné si všímá té okolnosti, že se pyknidy vyvíjejí na jaře nebo na počátku léta a později se již neobjevují, kdežto askogony, které by měly oplodňovat, vznikají ve stejném stromatu dlouho po nich. Okolnost, že podmínky klíčení askospor nejsou dostatečně známy, není žádným důkazem pro to, že jsou bez funkce, tím méně, když Brefeld, Tavel a Moller ve stovkách jiných pří-

padů přivedli pseudospermacie ke klíčení a k tvorbě mycelia. Autor dále poukazuje pro vysvětlení poměrů u *Polystigma rubrum* na to, že by snad bylo dobře všimnout si blízkých saprofytických druhů, které by se daly lépe prozkoumat. Bohužel však nám dosud chybí znalosti o biologii těchto druhů.

Xylariaceae

U čeledi *Xylariaceae* se rozvíjí stroma stále více a jeho tvar nabývá významu rodového nebo druhového znaku. U rodu *Rosellinia* stroma je ještě jednoduché, ale u rodu *Ustulina* se již vyvíjí v černý samostatný povlak. Např. u *Ustulina vulgaris* Tul., jež se vyskytuje na pařezech listnáčů, tvoří stroma uhlovité povlaky, které jsou v mládí měkké, pokryté konidiofory. U rodu *Xylaria* může být stroma rozvětvené jako jelení parůžky (*Xylaria hypoxylon* Grev.).

Diaporthales

U *Diaporthales* (včetně *Valsales;* v. Höhnel 1917) jsou vřecka na spodním konci zúžená ve stopky, které se v době zralosti rozpouštějí. *Diaporthales* se vyvíjejí jako *Sphaeriales* od druhů bez stromatu k druhům se stromaty.

Při pohlavním rozmnožování bylo u *Gnomonia leptostyla* Ces. et Not. zjištěno (Likhité 1926), že kopuluje šroubovitě obtočené antheridium s askogonem. Antheridia a askogony jsou mnohojaderné; askogony jsou poněkud mohutnější a mají větší jádra a jader je více. Po oplození z askogonu vyrůstají askogenní hyfy a jádra splývají ve vřecku. U *Gnomonia erythrostroma* Pers. chybí antheridia a kopulace se děje parthenogamicky mezi askogenními buňkami (Likhité 1926) jako u *Polystigma rubrum* (Pers.) DC.

Vedlejší rozmnožovací způsoby se vyskytují ve velkém množství a jsou velmi rozmanité. Příkladem pleomorfismu u *Diaporthales* může být *Gnomonia veneta* (Sacc. et Speg.) Kleb., jež způsobuje ochuravění listů a větví platanů a kterou podrobně studoval Klebahn (1905).*

Na infikovaných spadlých listech vzniká vřeckaté stadium, perithecia *Gnomonia veneta* (Sacc. et Speg.) Kleb. Perithecia jsou kulovitá, mnohdy širší než vyšší a na horním konci jsou protažena ve výběžek. Jejich stěna je složena ze 4 vrstev buněk s tmavohnědě zbarvenými blanami (obr. 89; *1*). Ve zralých peritheciích jsou vřecka s askosporami. Vřecka jsou dole zúžená v krátkou stopku. Askospory jsou dvoubuněčné, jedna buňka askospory je velmi malá (obr. 89; *2*).

Letní ochuravění platanových listů začíná na začátku až uprostřed června. Nejprve se na silnějších nervech objevují malé, hnědé skvrny, které se později rozšiřují i na přilehlé sousední pletivo, a ochuravělé listy se stávají nápadnými. Na těchto hnědých skvrnách se tvoří acervuli v podobě nahnědlých až černých teček nebo čáreček, které se vyskytují převážně na svrchní straně listů, zpravidla podél žeber. Nejčastěji se toto konidiové stadium nazývá *Gloeosporium nervisequum* (Fckl.) Sacc. (obr.

* Pozn. Vlastnost vytvářet různé vedlejší rozmnožovací formy se nazývá pleomorfismus nebo polymorfismus.

89; 3). Acervuli jsou z počátku kryty kutikulou epidermálních buněk, jež je později vzrůstající masou konidií nadzdvižena, vzduje se a konečně se roztrhne. Jestliže vývoj acervuli není rušen vnějšími vlivy, zůstávají konidie při sobě a slepují se substancí, která je mezi nimi, ve voskovitou masu. Vrstva tvořící konidie je ploché pseudoparenchymatické pletivo, které se na okraji poněkud nadzvedává. Z tohoto pletiva vyrůstají 5—10 μ dlouhé hyfy, na jejichž koncích vznikají konidie (obr. 89; 4). Někdy se acervuli vyskytují na listové ploše, a poněvadž zde zůstávají dlouho pokryty epidermis, jsou acervuli i konidie menší a byly dříve popsány jako zvláštní druh *Gloeosporium platani* (Mont.) Oud.

Kromě hnědých skvrn na listech se vyskytují na onemocnělých stromech ještě i jiná poškození, a to na větvích. Především je to náhlé vadnutí a usychání mladých prýtů, které se právě vyvinuly z pupenů. Odumřelé prýty nejsou zvlášť nápadným jevem na ochuravělých platanech, ale při pozornějším průzkumu se jich dost nalezne. Pod lenticelami těchto prýtů vznikají konidiová lůžka. Na průřezech je vidět, že korkové pletivo lenticel je nadzdviženo a že pod ním je prostor, který je zcela vyplněn konidiemi

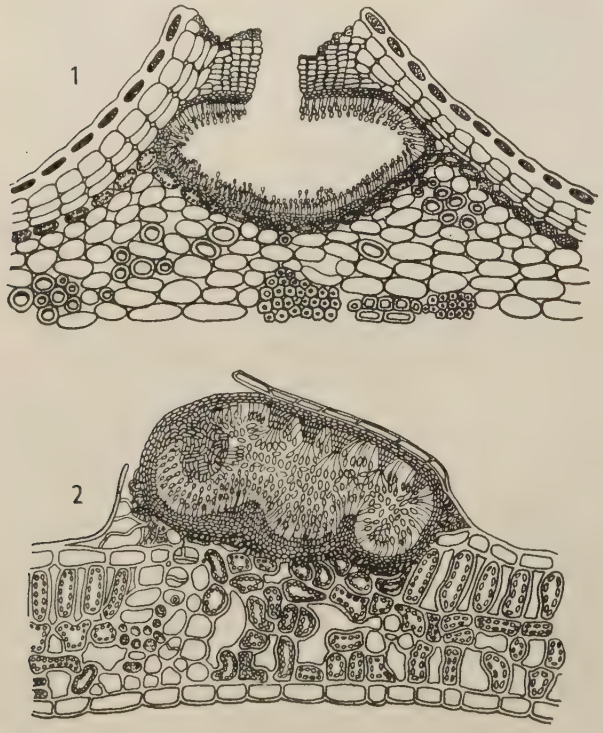
89. *Gnomonia veneta: 1. Perithecium. 2.* Vřecko. *3.* Konidiové stadium *Gloeosporium nervisequum* na hranicích žebra listu a listové plochy. Mycelium v lumen buněk žebra (vlevo) a v mezibuněčných prostorách mesofylu vpravo. *4.* Konidiové stadium *Gloesporium nervisequum;* část vrstvy vytvářející konidie.
Podle Klebahna 1905

(obr. 90; *1*). Konidie se tvoří na pseudoparenchymatickém pletivu, kterým je celá stěna dutiny vystlaná kolem dokola, takže konidie se vytvářejí i na horní straně. Roztržením pletiva lenticely se konidie dostávají ven. Tato konidiová lůžka byla dříve popsána jako *Discula platani* (Pk.) Sacc. Klebahn zjistil na základě čistých kultur obou hub, že tato houba je totožná s *Gloeosporium nervisequum*. V obou případech konidie klíčí stejně a čisté kultury obou hub jsou mikroskopicky a makroskopicky zcela stejné.

Na spadlých listech platanů se vyvíjí pozdě na podzim a v zimě další typ konidiového stadia. Jsou to uzavřené útvary, jejichž stěna je tvořena pseudoparenchymatickými buňkami. Tyto útvary vznikají pod epidermis, kterou nadzvedávají a roztrhávají (obr. 90; *2*). Uvnitř se tvoří opět konidie. Klebahn zjistil na základě čistých kultur, že tato houba patří ke *Gloeosporium nervisequum*. Toto stadium bylo dříve nazýváno *Sporonema platani* Bäumler nebo *Fusicoccum veronense* C. Massalongo.

Klebahn rovněž prováděl infekční pokusy. Tyto pokusy se těžko daří, protože nejsou známy podmínky infekce. Nicméně, pokud se pokusy povedly, svědčí o tom, že askospory mohou způsobit infekci a že *Gloeosporium* je vegetativním stadiem vřeckaté houby *Gnomonia veneta*.

Do *Diaporthales* patří vedle zástupců rodu *Gnomonia* fytopatologicky důležité druhy z rodu *Valsa* aj.



90. *Gnomonia veneta*. *1*. Konidiové stadium *Discula platani* v kůře platanu pod lenticelou. *2*. Konidiové stadium *Sporonema platani* na horní straně hnijícího listu platanu.
Podle Klebahna 1905

Clavicipitales

Clavicipitales se vyznačují dlouhými a jemnými vřecky a dlouze vláknitými askosporami, které se v době zralosti rozpadají v jednotlivé části (jsou to tzv. výtrusy skolekosporní). U *Clavicipitales* perithecia nemají vlastní stěnu, kolem vřecek je stěna stromatu, do kterého jsou vřecka ponořena. Tyto houby by tedy mohly patřit mezi *Ascoloculares*, ale z hlediska fylogenetického je můžeme považovat za *Ascohymeniales*, jejichž perithecia během vývoje ztratila vlastní obal (Moreau 1953). Z hlediska fytopatologie jsou u nás důležité hlavně rody *Epichloe* a *Claviceps*, jež parasitují na travách. U *Epichloe* stroma objímá hostitele v podobě povlaku, který u *Epichloe typhina* (Pers.) Tul. na našich lučních

travách vytváří nejdříve velkém nožství hyalinních konidií a teprve později v souvislé vrstvě vznikají perithecia. U rodu *Claviceps* nabývá fertilní část stromatu tvaru hlavičky (paličkovice nachová) a kromě toho se osamostatňuje sterilní část stromatu, sklerocium. Úloha přezimování, která jinak připadá peritheciím, stromatům nebo askosporám, u rodu *Claviceps* přísluší sklerociím. Proto se *Claviceps purpurea* může vyskytovat i v severském klimatu, přestože má efemerní perithecia a askospory a přestože nemá perenující mycelium.

Claviceps purpurea Tul. parasituje na různých travách, zvláště na žitě. Její askospory infikují v době květu pestíky. Mycelium proniká všemi směry a přeměňuje je ve špinavě bílé, zbrázděné houbové pseudomorfosy. Na povrchu brázd hustě stlačené konce hyf vytvářejí množství jednobuněčných hyalinních konidií (obr. 91; 5), které ve sladké tekutině odkapávají z klasu. Toto konidiové stadium bylo dříve popisováno jako imperfektní houba *Sphacelia segetum* Lév. Konidie se rozšiřují hmyzem, někdy i deštěm a větrem. Konidie udržují klíčivost déle než rok. Tvoří se ve sphaceliovém pletivu, obyčejně v palisádové hymeniální vrstvě. Milovidov (1954) však nalezl (a zobrazuje) i mladé sklerociové pletivo, které vytvořilo na své periferii palisádové hyfy, na kterých vznikaly konidie.

Když se konidiová fruktifikační vrstva vyčerpá, přeměňuje se pletivo od base k vrcholu v rohovité sklerocium, které následkem silného interkalárního růstu vyčnívá z klasu a na povrchu vytváří fialovou vrstvu. Z vrcholu sklerocia bujejí ještě hyfy sphaceliového stadia a konečně i ty se vysušují a na vrcholu sklerocií tvoří čepičku, která někdy obsahuje ještě tyčinky a blizny původního květu (obr. 91).

Čepička, jak poznamenává Milovidov, je komplexním útvarem, jenž vzniká infekcí celého vnitřku květu, po případě lodicul, plušek atd. Napadení tyčinek a zejména prašníků je pravidlem; tyto orgány jsou postupně vstřebány a zničeny.

Milovidov (1954) zdůrazňuje zvláště tu okolnost, že sphaceliové mycelium napadá vedle pletiva pestíku i tyčinky (zvláště prašníky) a jiné části květu jako loculi, po případě i plušky. Z toho vyplývá, že námel není příkladem houby, která napadá jen samičí orgány, jak uvádí Gäumann ve své „Pflanzliche Infektionslehre". Proti takovému specifickému infikování svědčí i tvorby sklerociových útvarů ve stéble i v kolénkách trav. Gäumann však vysvětluje, že zde jde o traumatickou infekci spících základů sekundárních květenství ležících pod pochvou. To však, jak poznamenává Milovidov, vyžaduje další mikroskopické zkoumání. Milovidov se svými spolupracovníky dokázal možnost vzniku sklerocia i v kastrovaném květu; tím se prokázalo, že přítomnost pohlavních orgánů není nezbytnou podmínkou pro vznik sklerocia.

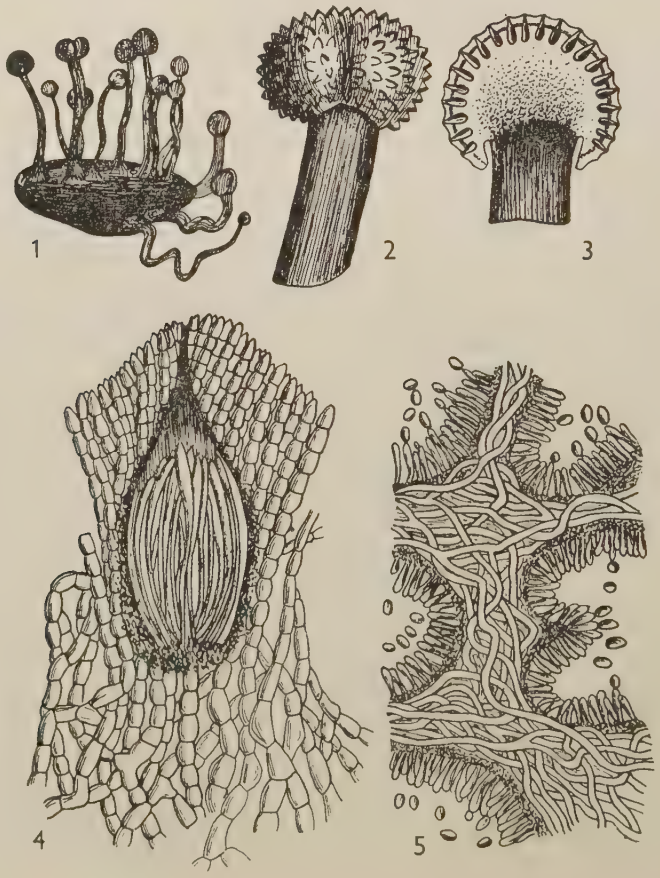
Milovidov se domnívá, že sklerocium vzniká asi postupnou přeměnou sphaceliového pletiva hlavně na basi semeníku. Jako důvod uvádí mimo jiné, že ve sphaceliovém myceliu se mohou tvořit partie sklerociových buněk a že mezi sklerociovým a sphaceliovým pletivem je málokdy viditelná určitá hranice atd. Sklerocium není homogenní útvar, neboť je složeno z pletiv sklerociových a sphaceliových a jeho histologická stavba kolísá; v některých sklerociích mají buňky vnitřního pletiva ráz sphaceliového pletiva, kdežto v jiných se blíží typu sklerociovému.

Dokud vývoj *Claviceps purpurea* nebyl znám, byla sklerocia považována

za zvláštní druh a pojmenována *Sclerotium clavus* DC. Vysušením sklerocia tvrdnou jako kámen a v tomto stavu se sbírají pro lékárny jako tzv. *Secale cornutum.*

Když žito dozraje, sklerocia opadávají na zem a zde přezimují, pokud nejsou antropochorně s osivem zavlečena na jiná pole. Na jaře při dostatečné vlhkosti sklerocia klíčí. Určité části pod povrchem sklerocia jsou bohatší na plasmatický obsah, bohatě se dělí a vyrůstají ve sloupky (obr. 91; *1*, *2*), které protrhávají korovou vrstvu a po určité době vyrůstají v „hlavičky", ve kterých vznikají perithecia (obr. 91; *3*, *4*). V okrajových vrstvách hlaviček se v pravidelných vzdálenostech zakládají pohlavní orgány, které se z počátku jen málo liší od okolních vegetativních pletiv. Vývoj pohlavních orgánů studoval Killian (1919). Killian poznamenává, že Fisch dříve považoval vznik vřecek za pochod vegetativní. Killian to vysvětluje starými, nevyhovujícími pracovními metodami a přistupuje k vlastní práci na základě soudobé moderní metody a techniky.

Při mikroskopických řezech „hlaviček" objevil Killian buňky archikarpu. Jsou to buňky, které se tmavě zbarvují hematoxylinem. Tyto buňky se poněkud liší od vegetativních buněk, které je obklopují; jsou protáhlejší,



91. ***Claviceps purpurea.*** *1.* Vyklíčené sklerocium, *2.*, *3. Hlavička* stromatu, uvnitř něhož jsou na obvodu perithecia. *4.* Průřez peritheciem. *5.* Průřez konidiovým ložiskem. Podle různých autorů z Gäumanna 1926

jejich jádra jsou větší a protoplasma je dosti husté. Tato charakteristika by však nestačila, abychom je mohli označit jako buňky archikarpu, protože stejné buňky jsou také v čepičce; buňky v čepičce se po prodloužení přeměňují v jednoduché vegetativní hyfy, kdežto archikarp se stále více diferencuje. Protoplasma a jádra se nakupí v horní části archikarpu (obr. 93; *1*), kdežto spodní část vniká do vegetativního pletiva, mísí se s ní, a proto není možné je sledovat. Apikální část archikarpu, obsahující protoplasma, se rozšíří a jádra se pravidelně seskupí. Tato fáze trvá jen krátce, poněvadž se na archikarpu brzy vytvářejí dva výrůstky, které vyrostou ve větve a jejich jádra se pravidelně rozdělí. Tyto větve mají vždy tendenci dostat se nad sebe; následkem toho jedna z nich je poněkud delší (obr. 93; *2*).

Jádra, která větve obsahují, se rozmnoží a seskupí po dvou. V následující fázi delší větev obklopí centrální větev, ve které je šest jader v pravidelných vzdálenostech (obr. 94; *1*). Od té doby se buňky archikarpu liší od vegetativních buněk, které je obklopují.

Dosud popisovaný vývoj je velmi jednoduchý. Ale není tomu tak vždy, poněvadž lokální podmínky mají velký vliv na jednotlivé fáze. Při srovnávání velkého počtu případů Killian nalezl často tři větve archikarpu místo dvou. Jejich umístění (nejsou v téže rovině) činí potíže při pozorování. Zpravidla je třeba rozlišit centrální buňku obklopenou vnitřní větví, která je přikryta vnější větví. Ta má často značnou délku; když se vytvořil velký počet jader, rozdělí se příčnými přepážkami ve tři nebo čtyři homogenní části.

Vysvětlení funkce archikarpu je velmi nesnadné, neboť jeho buňky se značně protáhnou, a je velmi obtížné je sledovat po celé délce. Je proto

92. *Claviceps purpurea.* Vývoj sklerocia. *1.* Mladý semeník žita, na jehož povrchu (s výjimkou vrcholu) je mycelium parasita, které vytváří konidie. Na vrcholu je vadnoucí blizna. *2.* Průřez předešlým stadiem; dutina semeníku je téměř zcela plná mycelia — K, vytvářejícího konidie; na basi se tvoří základ sklerocia — S. *3.* Mladé sklerocium se dále vyvinulo a stlačilo pletivo mycelia — K; na vrcholu jsou zbytky semeníku — F. *4.* Stadium *3.* zevně; na basi je vzrůstající sklerocium, ve středu jsou zbytky mycelia tvořícího konidie, na vrcholu je „čepička", tj. zbytky semeníku, čnělky blizen a tyčinek. *5.* Polozralé sklerocium; hyfy vytvářející konidie jsou v hlubokých brázdách.

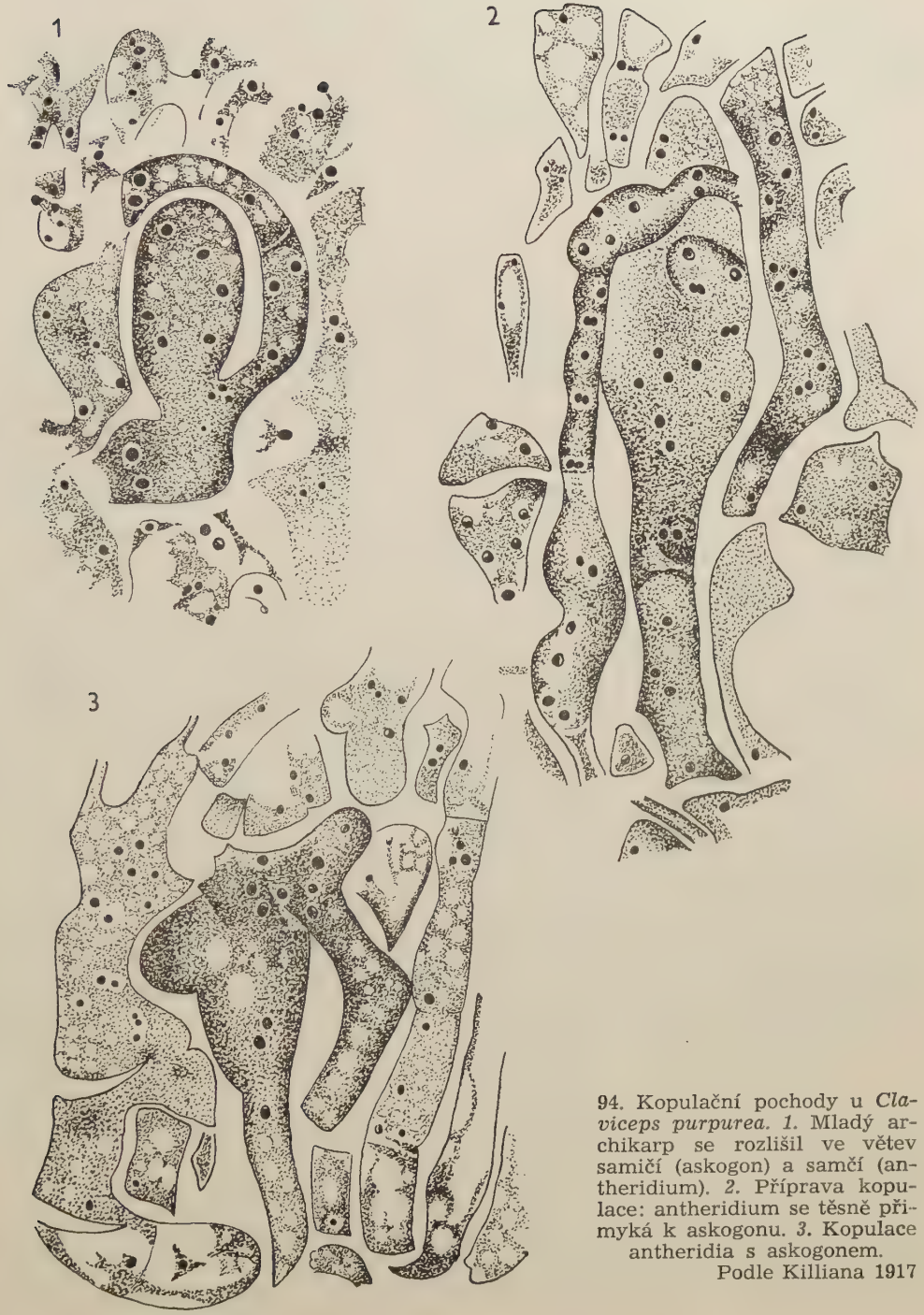
Podle Tulasne 1853 z Gäumanna 1946

třeba zhotovit postupně více řezů. Obr. 94; *2* ukazuje vlevo vnitřní větev, uprostřed centrální buňku a vpravo zevní oddělenou větev. Jádra se značně rozmnožila. Centrální buňka vytváří na svém boku malou vyčnívající papilu. Všechny tyto detaily nám dávají tušit, že se připravuje pohlavní kopulace. Membrána, která až dosud oddělovala obě větve, se ztenčuje a konečně mizí. Když takto vznikne spojení, protoplasmata obou buněk se smíchají. Migrace jader do centrální buňky doplňuje spojení. Obr. 94; *3* ukazuje tuto rozhodující chvíli: dvě jádra překračují most a dvě jiná je následují. To jasně ukazuje, jakou úlohu hrají rozdílné části: centrální buňka je askogon, větev, která se k ní přikládá, je antheridium. Vyprázdněné antheridium degeneruje a beze stopy zmizí.

K i l l i a n popisuje ještě některé další úkazy, ale je patrno, že další vývoj

93. Kopulační pochody u *Claviceps purpurea: 1.* Řez mladým archikarpem, *2.* Řez mladým archikarpem, který se rozvětvuje.

Podle Killiana 1917



94. Kopulační pochody u *Claviceps purpurea*. *1.* Mladý archikarp se rozlišil ve větev samičí (askogon) a samčí (antheridium). *2.* Příprava kopulace: antheridium se těsně přimyká k askogonu. *3.* Kopulace antheridia s askogonem.
Podle Killiana 1917

askogonu se nedá ještě vzhledem k technickým obtížím vysvětlit. Četná jádra putují od vrcholu k basi, načež vrchol degeneruje a zajde. Z celého askogonu zůstanou jen slabé zbytky, jsou to buňky ze spodního okraje askogonu, většinou dvoujaderné. Tyto buňky vyrůstají v askogenní hyfy, které tvoří vřecka hákováním a tak se vyvíjejí perithecia (ovšem perithecia bez vlastní stěny). Perithecia se zakládají v dutinách, které vznikají tak, že se buňky z blízkosti askogonu oddělí a vytvoří schizogenní mezeru. Askospory opět infikují květy trav a vývoj se opakuje.

Pezizales

Pezizales a následující řád *Helotiales* se nejdříve zařazovaly do hub terčoplodých (*Discomycetes*). Houby terčoplodé jsou charakterisovány zvláštní stavbou svých plodnic, apothecií. Apothecia mají v době zralosti na povrchu plodnice souvislou vrstvu vřecek (askohymenium, thecium); hymenium není tedy v době zralosti plodnice uzavřeno. Hymenium obsahuje vedle vřecek i sterilní útvary, a to parafysy a parafysoidní chlupy (setae). Vřecka svým původem patří k dikaryotickému pletivu a parafysy i setae pocházejí z haploidního pletiva. Parafysy jsou tenkostěnné, hyalinní a často přehrádkované; setae naproti tomu jsou tlustostěnné, hnědě zbarvené a jednobuněčné. Parafysy u některých druhů přečnívají vřecka a nad vrcholem vřecka se částečně splétají v tenkou, živě zbarvenou vrstvu, tzv. epithecium. U jiných druhů však parafysy nejsou vytrvalé, brzy nabubřují a z nich se vytváří bezstrukturní rosolovitá hmota. Vrstva apothecia pod hymeniem se nazývá hypothecium. Je-li hymenium od počátku volné a zakládá-li se exogenně, jsou apothecia gymnokarpní, jestliže se hymenium zakládá uvnitř plodnice, tj. endogenně, a později se roztržením pokryvné vrstvy dostává na povrch plodnice, apothecia jsou hemiangiokarpní. Houbami terčoplodými (*Discomycetes*) se u nás monograficky zabýval Velenovský (1934).

Podle stavby vřecek se *Discomycetes* rozdělují na 2 řády:

1. *Pezizales* — vřecka se otevírají víčkem (operculum).
2. *Helotiales* — vřecka se otvírají roztržením na svém vrcholu.

Jak vypadá stavba vřecek u *Pezizales*, dá se demonstrovat na příkladu *Lachnea hemisphaerica* (Wigg.) Gill. (Chaudefaud 1942, obr. 95). Stěna vřecka se skládá ze dvou vrstev (e, i); vnější vrstva na vrcholu tvoří víčko (operculum, o). Vnitřní vrstva tvoří pod víčkem plochý polštářek (p), na jehož basi je trychtýř (n), ze kterého vybíhá dolů provazec (pl). Během růstu askospor se trychtýř a provazec rozpouštějí, v době zralosti askospor se operculum otevře a askospory jsou vymrštěny ven.

Přehled čeledí

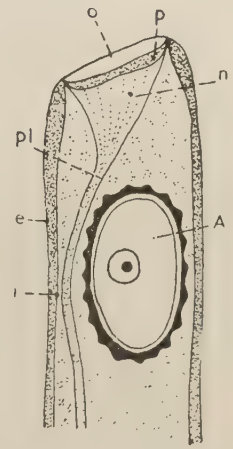
Podle stavby plodnic a jejich velikosti je možno u *Pezizales* rozlišit tři čeledě (vývojové stupně, které se z důvodů přehlednosti označují jako čeledě), které v sebe přecházejí.

1. Malá miskovitá apothecia většinou menší než 1 cm.
Čel. Pyronemaceae
2. Apothecia často větší než 1 cm, bez třeně nebo s nezřetelným třeněm.
Čel. Pezizaceae
3. Apothecia velká, často se zřetelným třeněm.
Čel. Helvellaceae

Pyronemaceae žijí saprofyticky na exkrementech, na zahnívajícím dřevě atd.; *Pyronema confluens* se objevuje na spáleništích. Vedlejší rozmnožovací formy, pokud se vytvářejí, jsou z hlediska morfologického na nízkém stupni; jsou to jednoduše se tvořící konidie, řetězce oidií atd. Výše vyvinuté konidiofory jsou vzácné. Apothecia zpravidla vznikají založením sexuálních orgánů. U mnohých druhů dochází k různým stupňům regrese sexuality až k úplnému jejímu zániku, takže se u *Pyronemaceae* objevuje na jedné straně regrese sexuality a na druhé straně morfologický rozvoj plodnic.

Jediným příkladem, který bude podrobněji probrán z celé skupiny hub terčoplodých, je *Pyronema confluens* (Pers.) Tul., u níž jsou cytologické poměry podrobně prozkoumány, neboť studiem této houby se mnozí mykologové zabývali téměř půl století. Na této houbě bude objasněno také hákování hub vřeckatých, které již bylo v některých případech naznačeno.

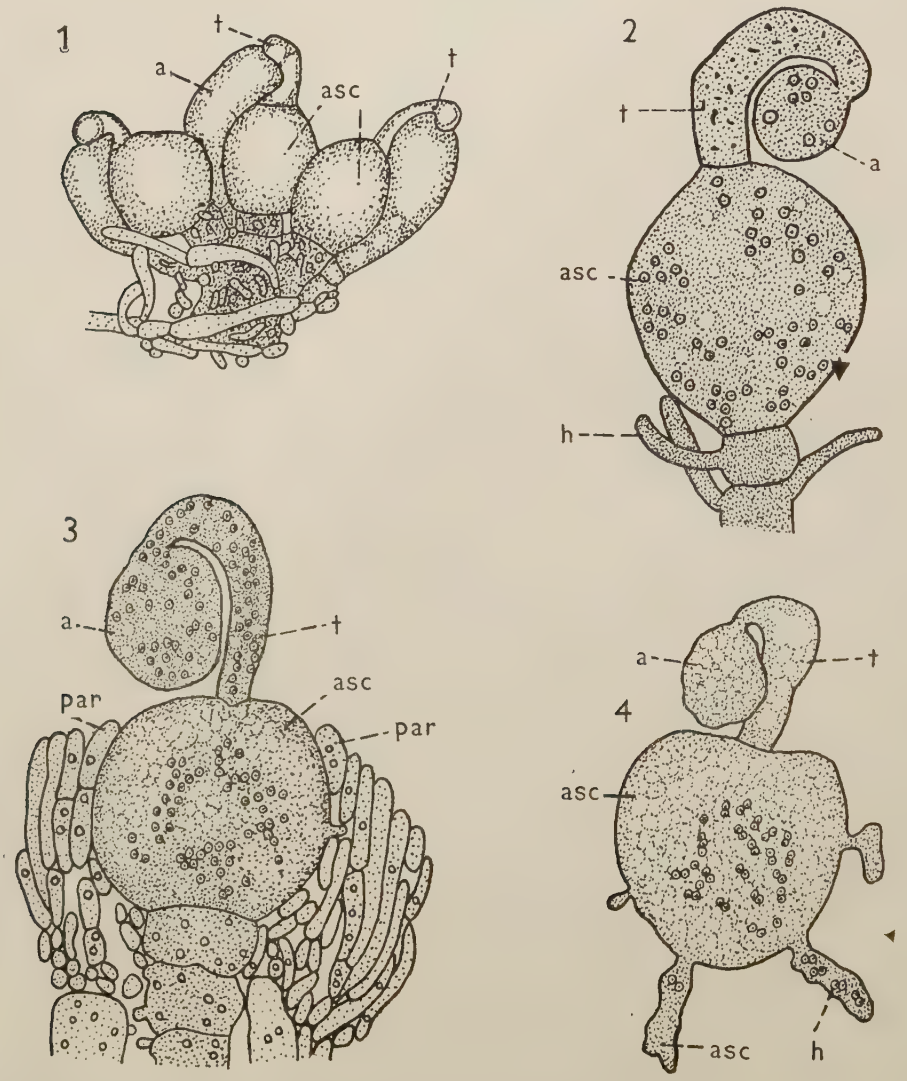
Pyronema confluens (Pers.) Tul. se nejčastěji vyskytuje na spáleništích, na zbytcích milířů a tvoří zde čočkovité, 1—3 mm velké plodnice, které někdy spolu splývají (odtud název). Samičí kopulační větev tvoří askogon s trichogynem a samčí kopulační větev tvoří antheridium (obr. 96; *1*). Askogon odděluje na basi jednu až dvě buňky. Během dalšího vývoje se zvětšují jádra v askogonu a v antheridiích, kdežto jádra v trichogynu nikoliv; jádra v trichogynech zůstávají malá a pak všechna degenerují (obr. 96; *2*). Před sexuálním aktem rovněž v antheridiu a v askogonu degenerují jednotlivá jádra, ale nicméně počet jader v askogonu je i po této degeneraci stále ještě několik set jader. Na počátku oplození se samčí jádra nakupí v husté plasmatické hmotě v blízkosti vrcholu trichogynu; blána, která odděluje antheridium od trichogynu, se rozpustí a samčí jádra přestoupí z antheridia do trichogynu (obr. 96; *3*). Přepážka, která odděluje trichogyn od askogonu, se přechodně rozpustí, samčí jádra vniknou do askogonu a se samičími jádry zde vytvářejí páry. Po několika hodinách vyrůstá z askogonu 10—20 askogenních hyf, do kterých vnikají páry jader (obr. 96; *4*). Askogenní hyfy se rozvětvují a páry jader se konjugačním dělením rozmnožují. Konečně se askogenní hyfy přepážkami tak rozdělí, že buňky v blízkosti askogenu mají 2—8 párů jader, buňky vzdálenější od askogonu mají 1 pár jader (obr. 97; *1*, *2*).



95. Stavba vřecka u *Pezizales:* Schematický řez vrcholem vřecka u *Pezizales* u *Lachnea hemisphaerica.* o — operculum, p — polštářek, n — trychtýř, pl — provazec, e — vnější vrstva stěny vřecka, i — vnitřní vrstva stěny vřecka, A — askospora. Podle Chaudefaud 1942, z Gäumanna 1949

Buňky s jedním párem jader vytvářejí hák, je to tzv. hákování. To znamená, že buňka s jedním párem jader utvoří postranní větev, která se ohne (obr. 97; *3*, *4*); obě jádra se dělí konjugačně, přičemž se jejich vřeténka dostanou do polohy jak ukazuje obrázek 97; *5*. Při dělení se hákovitý ohyb oddělí přepážkou od vrcholu a od base (obr. 97; *6*); obsahuje tedy

opět 1 pár jader, kdežto vrchol a base mají jen jedno jádro. V nejjednodušším případě splyne pár jader hákovitého ohybu v jedno diploidní jádro, v primární jádro vřecka (karyogamie) a hákovitý ohyb se vyvíjí ve vřecko (obr. 97; 7). Zatím splyne vrchol a base háku a jádro z base většinou vniká do vrcholu (obr. 97; 8). Vrcholová buňka, nyní dvoujaderná, roste v po-



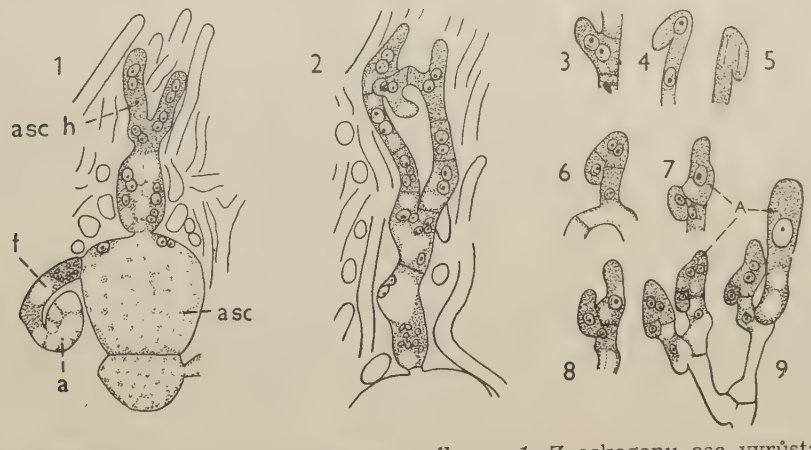
96. Gametangie u *Pyronema confluens: 1.* Svazek askogonů asc s trichogyny t a antheridiemi — a. *2.* Jádra trichogynu degenerovala; antheridium se spojilo s trichogynem. h — hyfy, které pučí ze stopky askogonu a které později tvoří základní pletivo plodnice. *3.* Samčí jádra vstoupila do trichogynu, par — vegetativní hyfy, které se vyvíjejí v parafysy. *4.* Párování jader a růst askogenních hyf — asc h.
Podle Harpera 1900, z Gäumanna 1949

stranní větev, která se hákovitě ohne; také tento hák se může vyvinout ve vřecko, nebo vzniká celá skupina háků (obr. 97; 9).

Během doby, kdy se odehrávají uvedené pochody kopulační, vyrůstají z buněk na basi askogonu hyfy, jež ve spojení s obyčejnými vegetativními hyfami tvoří okolo askogonu svazek hyf, mladou plodnici. Obalné hyfy se později rozvětvují, sexuální orgány jsou stlačovány a některé původní obalné hyfy vytvářejí parafysy, mezi něž později vnikají vřecka. Výchozím bodem a střediskem vytváření plodnic jsou tudíž samičí sexuální orgány.

Vraťme se ještě ke kopulačním pochodům u *Pyronema confluens*. Nahoře byl popsán vývoj *Pyronema confluens* podle Claussena (1912); je to tzv. „Claussenův typ". Podle Claussena k jedinému splynutí jader dochází ve vřecku a v askogonu nastává jen párování jader a nikoliv splývání jader. Někteří autoři však tvrdí, že splynutí jader ve vřecku není jediné, nýbrž že jádra, která přešla z antheridia do askogonu, splývají s jádry askogonu. Tato splynulá jádra se opět párují, vznikají páry, které vnikají do askogenních hyf a do vřecek, kde splývají po druhé (tzv. „dvojí oplození", lépe řečeno „dvojí splývání jader", „Harperův typ"). Následkem dvojího splývání jader synkaryon mladého vřecka je tetraploidní.

Gwynne-Vaughanová a Williamson (1931) prozkoumali houbu znovu se zvláštním zřetelem k otázce dvojnásobného splývání jader a dospěli na základě počtu chromosomů k závěru, že dvojnásobné splynutí jader skutečně nastává. Tito autoři a Claussen pozorovali přechod jader do askogonu, kdežto Dangeard (1907) tvrdí, že askogon se samostatně vyvíjí dál bez spolupůsobení antheridia, i když je ve spojení s antheridiem, které však askogonu žádná jádra nepředává. Totéž se pravděpodobně odehrává u *Pyronema confluens* var. *inigneum* (Brown 1909). Manželé Moreauovi (1930) rovněž tvrdí, že u *Pyronema confluens* nedochází k žádnému přechodu jader z antheridia, nýbrž že jádra antheridia a trichogynu zajdou a jen jádra askogonu se později (až v askogonních hyfách) uspořá-



97. Vývoj askogenních hyf u *Pyronema confluens*. *1.* Z askogonu asc vyrůstá askogenní hyfa — asc h; t — trichogyn, a — antheridium. *2.* Nastalo dělení v buňky s jedním párem jader začínají vyrůstat v háky. *3—6.* Vývojová stadia háku. *7—8.* Jádro stopky háku přechází do vrcholu. *9.* Svazek askogenních hyf. A — mladé vřecko.

Podle Clausena 1912 z Gäumanna 1949

dávají v páry; nepozorovali žádné dvojnásobné splývání jader. U příbuzného druhu *Pyronema domesticum* (Sow.) Sacc. se podle Tandyho (1927) vyskytuje v témž askogonu jak Claussenův, tak Harperův typ. Část samčích a samičích jader se uspořádává v normální dikaryony, které vnikají do askogenních hyf a podle Claussenova typu splývají v mladém vřecku v diploidní jádro, které prodělává jedno redukční dělení. Část samčích a samičích jader splývá v askogonu a jádra vzniklá tímto splynutím splývají podle Harperova typu v tetraploidní jádra, která prodělávají dvojí redukci chromosomů. Před redukčním dělením se tedy ve vřecku vyskytují diploidní a tetraploidní jádra.

Gäumann (1949) vysvětluje tato rozdílná fakta, která uvádějí jednotliví autoři labilitou sexuality, která závisí na biotypu a snad i na výživě. Greis (1943) však na základě vlastních cytologických průzkumů zjistil, že diploidní jádra v askogonu, v askogenních a vegetativních hyfách nevznikají splynutím jader, nýbrž abnormálně časným štěpením chromosomů, čímž dceřinná jádra dostávají diploidní počet chromosomů. Ve vřecku mohou splývat dvě haploidní jádra, dvě jádra diploidní nebo jedno haploidní a jedno diploidní jádro; vznikají tak jádra o 2n, 3n a 4n chromosomech. K dvojitému splývání jader však nedochází. Při dělení jádra se počet chromosomů sníží na haploidní stav, avšak jádra askospor mohou být opět diploidní, když při prvním dělení v klíčící spoře dochází opět k předčasnému štěpení chromosomů. Ti autoři, kteří si všímali jen počtu chromosomů a nesledovali proces tvorby těchto chromosomů, snadno podlehli lákavé domněnce o dvojím splývání jader. Tak např. bylo-li zjištěno, že v askogonu a askogenních hyfách se vyskytují diploidní jádra, svádělo to k předpokladu, že tato diploidní jádra vznikla již v askogonu splynutím haploidních jader. Greis (1943) však zjistil, že zde jde o předčasné štěpení chromosomů.

Pezizaceae

Plodnice jsou větší než u *Pyronemaceae*, ale mezi oběma čeleděmi není ostré hranice. Vedlejší rozmnožovací formy jsou často výše vyvinuty než u *Pyronemaceae*, např. *Peziza* má hlavičkovité konidiofory. Význam sexuálních orgánů naopak klesá; nezačínají zakládání plodnic, jako je tomu u *Pyronemaceae*, nýbrž plodnice vznikají vegetativním způsobem a teprve v nich po případě vznikají pohlavní orgány. Patří sem na příklad rody: *Peziza, Galactinia, Rhizina, Bulgaria, Sarcosphaera* atd.

Helvellaceae

Helvellaceae mají vyvinutý třeň a nelze je opět ostře oddělit od předešlé čeledi. Plodnice se rovněž zakládají vegetativním způsobem. Ze známějších rodů sem patří rod *Helvella* (chřapáč) a *Morchella* (smrž).

Helotiales

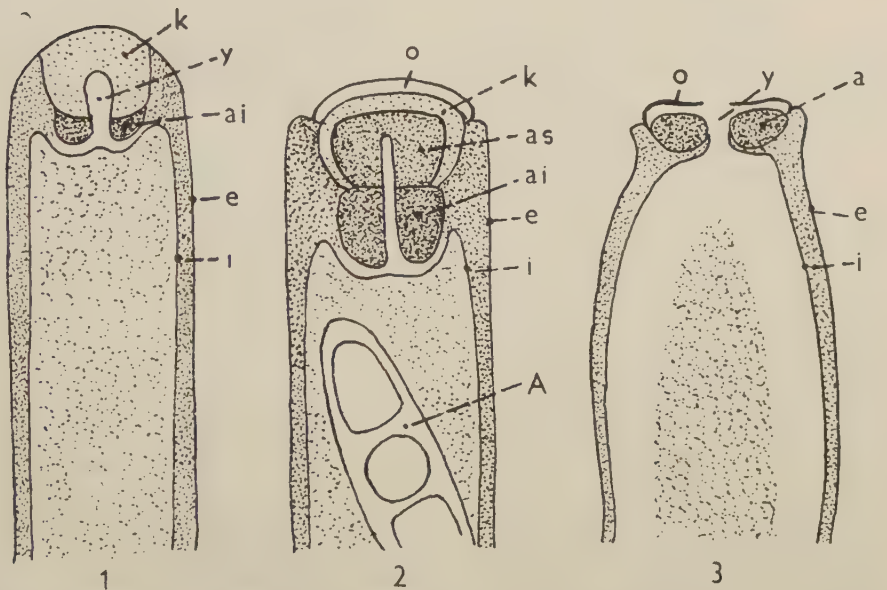
Helotiales se od *Pezizales* liší tím, že vrchol vřecka se v době zralosti roztrhne, čímž vzniká otvor, kterým jsou askospory vymršťovány ven.

Příklad otevíracího mechanismu vřecka bude probrán u *Microglossum lutescens* Boud. (Chaudefaud 1942). Stěna vřecka se skládá ze dvou

vrstev (obr. 98; *1* e, i). Vnější vrstva je tenčí a na vrcholu tvoří čepičku (o). Vnitřní vrstva je bubřivá a na vrcholu tvoří polštářek (k) s dutinou (y). Pod polštářkem se založí dolní amyloidní prsten (ai) a v polštářku pak vzniká horní amyloidní prsten (as); polštářek je z největší části resorbován (obr. 98; *2*). V době zralosti askospor se rozpustí zbytek polštářku a dolní amyloidní prsten (ai); dutina (y) se přemění v chodbičku, okolo které horní amyloidní prsten vytváří prsten v podobě lesklého tělíska (obr. 98; *3*). Vřecko se na vrcholu roztrhne a otvorem jsou askospory vymršťovány ven.

Přehled čeledí

1. Hymenium se rozkládá na velmi primitivních apotheciích, které jsou vytvářeny ploše rozvinutými myceliovými polštáři.
2. Hymenium vzniká na plodnicích nebo v plodnicích, jež jsou zřetelně vyvinuty.
   a) Plodnice přisedlé.
      α) Plodnice volné.
      Čel. Dermateaceae
      β) Plodnice obdané stromatem.
      Čel. Hypodermataceae
   b) Plodnice se třeněm.
      α) Dospělé plodnice jsou mísovité.
      Čel. Helotiaceae
      β) Dospělé plodnice jsou kyjovité nebo kloboukaté.
      Čel. Geoglossaceae



98. Stavba vřecka u *Helotiales:* Schematický řez vrcholem vřecka u *Helotiales* u *Microglosum lutescens. 1.* mladé vřecko, *2.* zralé vřecko, *3.* vyprázdněné vřecko, o — vrcholová čepička, k — polštářek, y — dutina v polštářku, ai — dolní amyloidní prsten, as — horní amyloidní prsten, A — askospora, e — vnější vrstva stěny vřecka, i — vnitřní vrstva stěny vřecka.
Podle Chaudefaud 1942 z Gäumanna 1949

Do čeledi *Dermateaceae* patří mimo jiné rody: *Pseudopeziza, Placosphaeria, Drepanopeziza, Dermatea, Fabraea.* Patří sem např. rod *Lophodermium*, jehož některé druhy způsobují tzv. sypavky jehličnatých stromů.

V čeledi *Helotiaceae* jsou dvě skupiny; jedna netvoří sklerocia a druhá tvoří. Bez sklerocií je např. *Dasyscypha willkomii* Hart., která způsobuje rakovinu modřínů. Mycelium proniká lýko a dráždí kambium k tvorbě rakovinných nádorů. Na odumřelé kůře houba tvoří malé, nažloutlé bradavky, na jejichž povrchu a v dutinkách se tvoří malé, jednobuněčné hyalinní konidie. Na stejných místech (i na odpadlých větvích) vznikají později oranžově zbarvená apothecia.

Rod *Sclerotinia* vytváří sklerocia (obr. 99; *1*) a rozděluje se na dva podrody: *Stromatinia* a *Eusclerotinia.* U podrodu *Stromatinia* jsou sklerocia tvořena mumifikovanými plody a vedlejší rozmnožovací stadium vytvářejí makrokonidie typu *Monilia* (obr. 99; *2*). U *Eusclerotinia* sklerocia zpravidla vznikají na lodyhách, listech nebo kořenech, vymaňují se z pletiva hostitele a mimo hostitele, např. na zemi, přezimují; jako vedlejší rozmnožovací stadium se tvoří makrokonidie typu *Botrytis* (obr. 99; *3*).

Nejdůležitější zástupci podrodu *Stromatinia* parasitují na *Ericaceae* a *Rosaceae*, zvlášť na jejich plodech. Např. *Sclerotinia urnula* (Weinm.) Rehm (*S. vaccinii* Wor.) na *Vaccinium vitis ideae* L., *S. baccarum* (Schroet.) Rehm na *Vaccinium myrtillus* L., *S. rhododendri* Ed. Fisch. na *Rhododendron, S. ledi* Naw. na *Ledum palustre* L. a *Vaccinium uliginosum* L., *S. padi* Wor. na *Prunus padus* L., *S. linhartiana* Prill. et Del.

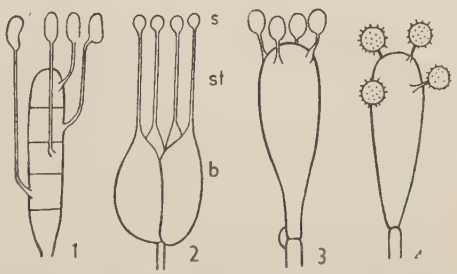
99. *Sclerotinia urnula.* Čtyři sklerocia s apothecii v různých stadiích vývoje (podle Woronina ze Sorauera 1908), 2. *Sclerotinia urnula.* Řetěz konidií (podle Woronina ze Sorauera 1908), 3. *Botrytis cinerea* (podle Sorauera 1908).

na kdouli, *S. fructigena* Schroet. na jabloních a hrušních, *S. cinerea* Schroet. na třešních, švestkách a broskvích.

Zajímavé poměry jsou u *Sclerotinia ledi* Naw. a *Sclerotinia rhododendri* Ed. Fisch. Když askospory *Sclerotinia ledi* na jaře dozrají, *Ledum palustre* není ještě vyvinuto a askospory napadají mladé rostlinky *Vaccinium uliginosum,* na kterých vytvářejí konidie. Zatím *Ledum palustre* rozkvete a konidie z *Vaccinium uliginosum* infikují květy *Ledum palustre,* jehož semeníky se vyvíjejí ve sklerocia, kterými houba přezimuje.

S podobným způsobem střídání hostitelů se setkáváme u *Sclerotinia rhododendri.* Z přezimujících mumifikovaných plodů spadlých na zem vyrůstají v květnu apothecia. Askospory nemohou infikovat *Rhododendron,* ale infikují mladé, právě vyrašené listy *Vaccinium myrtillus* a *V. uliginosum.* Na těchto dvou vedlejších hostitelích se vytvářejí jen vedlejší rozmnožovací stadia, konidie. Konidie během léta napadají *Rhododendron,* infekční vlákno prorůstá bliznu, kanálkem čnělky proniká do semeníku a přeměňuje plod v mumii (sklerocium), která padá na zem a na jaře v příštím roce vytváří opět apothecia, hlavní rozmnožovací stadium.

Ledum a *Rhododendron* jsou hostiteli hlavního rozmnožovacího stadia. V obou případech však nejde o střídání hostitelů, jako je tomu u rzí, kde změna hostitele je doprovázena změnou jaderné fáze. Zde jde jen o plurivorní druhy, které se specialisovaly na určité sezónní hostitele.



100. Typy basidií: *1.* Pleurosporní fragmobasidie (*Auricularia*). *2.* Akrosporní fragmobasidie (*Tremella*). *3.* Akrosporní holobasidie (*Amanita*). *4.* Pleurosporní holobasidie (*Tulostoma*): b — basidie, st — sterigma, s — basidiospora.
Podle Kaviny 1946

Do podrodu *Eusclerotinia* patří např. *Sclerotinia libertiana* Fuck., *S. trifoliorum* Eriks. atd. Zástupci tohoto podrodu jsou daleko méně specialisováni než zástupci z podrodu *Stromatinia.* Např. *Sclerotinia libertiana* parasituje na všech možných kulturních rostlinách.

BASIDIOMYCETES

Basidiomycetes se od *Ascomycetes* liší tím, že jejich gonotokont netvoří své spory endogenně, nýbrž exogenně; nazývá se basidie a jeho spory se jmenují basidiospory.

Při nepohlavním rozmnožování hrají konidie *Basidiomycetes* jen podřadnou úlohu. Jejich existence může být většinou prokázána jen prostřednictvím umělých kultur; pravidelně se vyskytují jen u nižších zástupců, kdežto u vyšších jsou vzácnější. Naproti tomu jsou vyvinuty oidie a u vyšších zástupců představují normální nepohlavní fruktifikaci a nahrazují konidie. Gemmy u *Basidiomycetes* vznikají podobným způsobem jako u *Ascomycetes;* rovněž se vyskytují i sklerocia. Celkově vzato vedlejší rozmnožovací formy u *Basidiomycetes* mají většinou menší význam a v některých skupinách se vůbec nevyskytují.

Vegetativní mycelium *Basidiomycetes* je v typických případech dikaryotické. Je homologické askogenním hyfám. U typických *Ascomycetes* se nemohou askogenní hyfy samostatně vyživovat a jsou vyživovány haploidním vegetativním myceliem, kdežto dikaryotické mycelium *Basidiomycetes* je normálně vegetativním myceliem.

Při pohlavním rozmnožování vznikají na basidiích basidiospory. Podkladem pro systematické dělení *Basidiomycetes* je především stavba basidií (obr. 100). Dvěma hlavními typy basidií jsou holobasidie (autobasidie) a phragmobasidie (heterobasidie, hemibasidie, protobasidie). Holobasidie je bez přehrádek, je jednobuněčná; phragmobasidie má přepážky, je vícebuněčná. Podle toho rozlišujeme podtřídy: *Holobasidiomycetes* (*Autobasidiomycetes*) a *Phragmobasidiomycetes* (*Protobasidiomycetes*).

Basidiospory jsou jednobuněčné, hyalinní i zbarvené, tenkostěnné nebo tlustostěnné, efemerní ale i vytrvalé a vůči vnějším vlivům prostředí velmi odolné. U většiny druhů basidiospory v době zralosti obsahují jedno jádro. U některých druhů se však toto jádro brzy dělí a basidiospora je pak dvoujaderná.

Přehled Basidiomycetes

1. Basidie je bez přepážek.

Podtř. Holobasidiomycetes

a) Plodnice je gymnokarpní nebo hemiangiokarpní. Basidie tvoří obyčejně hymenium a basidiospory jsou v době zralosti aktivně vymršťovány.

Řád Hymenomycetes

b) Plodnice jsou většinou trvale angiokarpní. Basidie jsou nepravidelně uspořádány nebo se vyskytují v hymeniu, které se v době zralosti rozpadá, a basidiospory jsou pasivně rozšiřovány.

Řád Gasteromycetes

2. Basidie je rozdělena přepážkami.

Podtř. Phragmobasidiomycetes

a) Plodnice nejsou vyvinuty. Ve vytrvalých sporách dochází ke karyogamii, a proto se nazývají také probasidiemi. Basidie jsou příčně děleny.
α) Probasidie jsou vyvinuty jako teleutospory.

Řád Uredinales

β) Probasidie jsou vyvinuty jako chlamydospory.

Řád Ustilaginales

b) Plodnice jsou vyvinuty.
α) Basidie jsou dělené podélně.

Řád Tremellales

β) Basidie jsou dělené příčně.

Řád Auriculariales

Poznámka. *Gasteromycetes*, *Tremellales* a *Auriculariales* nebudou v dalším přehledu hub probírány.

Holobasidiomycetes

Vegetativní mycelium je v typických případech u *Basidiomycetes* dikaryotické. U *Holobasidiomycetes* toto dikaryotické mycelium vzniká velmi brzy, neboť k pohlavnímu pochodu dochází v mladém haploidním myceliu a dvoujaderná fáze, kterou pohlavní pochod začíná a končí, vyplňuje celý

život těchto hub. U některých druhů, jako např. u *Corticium terrestre* Kniep a *Coniophora cerebella* (Pers.) Alb. et Schw., jaderné dělení, které vede k vytvoření dikaryonu, probíhá již v mladé basidiospoře. U takového typu plasmogamie odpadá a haplofáze je potlačena, respektive haplont se v basidiospoře omezuje na krátký časový úsek (od připutování jádra spory až do jeho prvního dělení). Vedlejší rozmnožovací stadia jsou v takových případech dvoujaderná a vývojový pochod těchto autogamických druhů se označuje jako diplobiontický.

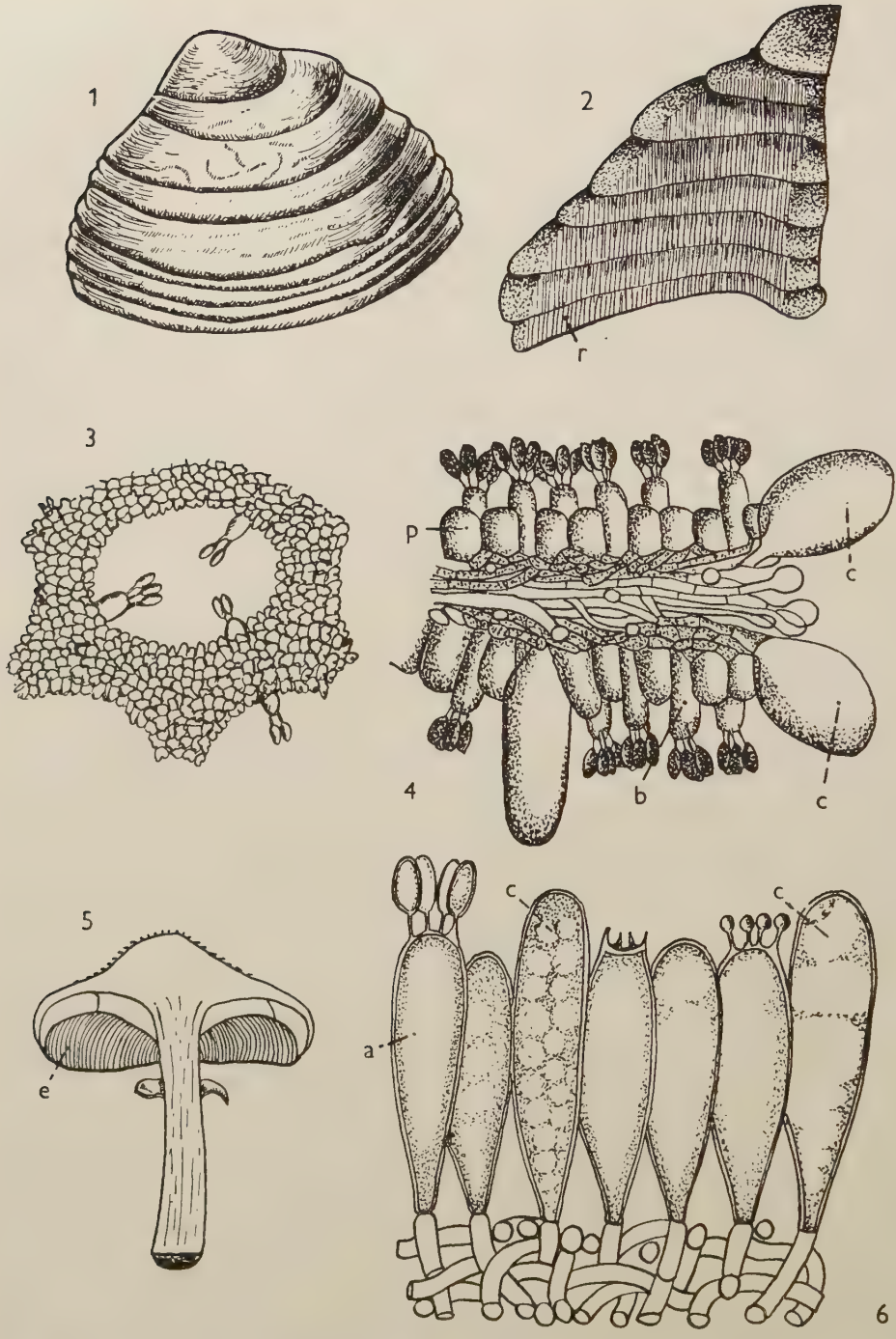
Závěrem dikaryofáze vznikají u *Holobasidiomycetes* plodnice, které se tvoří spletením dikaryotických hyf. Plodnice vyrůstají vegetativně (např. vlivem dostatečné dusíkaté výživy), aniž se na jejich basi nebo v jejich nitru odehrávají sexuální pochody, jak tomu je u *Ascomycetes*. Plodnice se vytvářejí každým rokem (ba i několikrát za rok) z téhož dikaryotického mycelia bez přímého vztahu k pohlavnímu pochodu. Plodnice *Holobasidiomycetes* jsou tudíž složeny jen z dikaryotických hyf, na rozdíl od plodnic hub vřeckatých, které představují směs haplofáze a dikaryofáze, neboť plodnice hub vřeckatých jsou z počátku stavěny haploidními hyfami, mezi které se později vsunují dikaryotické askogenní hyfy. (Výjimka: u určitých druhů *Holobasidiomycetes* se mohou i haploidní hyfy splétat v plodnice; vývojový rytmus s kopulací a s redukčním dělením platí jen pro druhy s normální změnou jaderné fáze.)

U *Holobasidiomycetes* rozlišujeme plodnice epigeické (nadzemní) a hypogeické (podzemní).

Hypogeické plodnice jsou hlízovité a skládají se ze zevní tuhé peridie a fertilního základního pletiva, které se vyvíjí v pletivo s basidiemi (tzv. gleba).

Epigeické plodnice mají nejprve tvar resupinátních povlaků. Resupinátní plodnice přiléhají zcela k substrátu, neomezeně radiálně rostou a na krajích vytvářejí stále nové hyfy a basidie. Hymenium je u nich na povrchu plodnice. V dalším vývoji plodnic se hymenium zakládá na spodní straně. Potahují-li povlaky substrát horizontálně, zůstávají někdy na svém povrchu sterilní; jestliže se však svými okraji zvednou od substrátu, vytvářejí na spodní straně těchto okrajů hymenium. Naproti tomu je-li fruktifikační mycelium na kolmo uspořádaných povlacích, vzniká na těchto kolmých plochách hymenium nebo mycelium vytváří postranně odstávající konsoly, které jsou jen na spodní straně pokryty hymeniem. Tyto konsolovité tvary plodnic jsou přechodem k plodnicím s excentrickým třeněm a ty opět přechodem k plodnicím s centrálním třeněm. Zatím co resupinantní povlaky a konsoly mají téměř neomezený růst, a proto dorůstají někdy délky i několika metrů, plodnice vyšších hub mají růst omezený.

Podle zakládání vrstev nesoucích hymenium s basidiemi rozlišujeme tři typy plodnic *Basidiomycetes:* 1. Plodnice gymnokarpní — vrstva nesoucí basidie je založena na povrchu plodnic. Sem patří druhy s plodnicemi povlakovitého tvaru i tvaru konsol a některé jednoduše stavěné kloboukaté houby. 2. Plodnice hemiangiokarpní — patří sem většina kloboukatých druhů. Plodnice u nich vznikají z hlízovitých základů a vrstva nesoucí spory se diferencuje uvnitř těchto základů; je však před ukončením svého vývoje uvolněna od obalných vrstev, které ji pokrývají, a poslední stadia této vrstvy jsou obdobná gymnokarpnímu typu. 3. Plodnice angiokarpní — vrstva nesoucí basidiospory zůstává uzavřena v plod-



101. *Hymenomycetes. 1.* Plodnice choroše — troudnatce troudového (*Fomes fomentarius*) (podle Kaviny 1946). *2.* Podélný řez plodnicí troudnatce troudového s význač-

nici až do zralosti basidií a teprve pak se plodnice otevře, např. roztržením. Mimo jiné sem patří *Gastromycetes*.

U vyšších *Holobasidiomycetes* se vrstvy nesoucí spory (tzv. hymenofor) člení v ostny, rourky, lupeny apod. Vývojem těchto útvarů se při omezeném růstu plodnic velice zvětšuje plocha pro vytváření spor. U václavky [*Armillaria mellea* (Vahl) Quél.], jejíž hymenofor je lupenitý, je plocha, kterou pokrývá hymenium, asi 13krát větší než plocha spodní strany klobouku; u *Phellinus ingiarius* (L. ex Fr.) Quélet rourkovitý hymenofor zvětšuje plochu hymenia 38krát.

Stavba hymenia. U většiny *Holobasidiomycetes* se basidie vyskytují v pravidelné palisádové vrstvě v tzv. hymeniu. Hymenium, česky rouško, je souvislá vrstva složená z palisádově uspořádaných gonotokont, to jest basidií u hub stopkovýtrusných nebo vřecek u hub vřeckatých, mezi kterými bývají u některých druhů parafysy a cystidy. [U vřeckatých hub a skupiny hub terčoplodých (*Discomycetes*) se rouško skládající se z vřecek nazývá thecium.]

Konce hyf mladých základů hymenia se vyvíjejí jednak ve sterilní orgány, jednak v basidie (obr. 101).

Konce hyf, které se vyvíjejí ve sterilní orgány, se vyznačují nejdříve degenerací a všeobecným rozpuštěním jader v terminální buňce. Sterilními orgány hymenia jsou parafysy a cystidy. Parafysy jsou buňky různého tvaru: kulovité, kyjovité, nitkovité; častější jsou u hub vřeckatých. Parafysy oddělují od sebe basidie a u kloboukatých hub přispívají k napnutí klobouku. Cystidy jsou buňky, které přečnívají hymenium, jsou silně nabubřelé a jsou často pokryty slizovitými exkrecemi nebo krystaly. Od parafys se rozlišují zvláštním tvarem a v hymeniu je jich méně než parafys. Jejich tvar je velmi různý, ale u jednoho druhu je konstantní. Jsou vyvinuty jen u některých rodů. Někdy jsou považovány za hydathody, jindy za žlázy, jež funkcí odpovídají žláznatým orgánům vyšších rostlin.

Při vývoji konců hyf v basidie splývá jaderný pár terminální buňky v jediné velké diploidní jádro. U mnohých druhů je vývoj velmi nepravidelný, takže zralé basidie jsou pomíchány s mladými basidiemi a s obyčejnými konci hyf. Ačkoliv jde o nevyvinuté basidie, přece se někdy označují názvem parafysy.

Basidie tvoří nezávisle na poloze jader malé výrůstky, jejichž počet odpovídá počtu jader; výrůstky se dále vyvíjejí ve sterigmata, na nichž se odškrcují basidiospory. Sterigmata jsou zde vychlípeniny na vrcholu basidie, do kterých po redukčním dělení vnikají jádra. Na konci sterigmat se vytvoří basidiospory. Tento pochod probíhá někdy velmi rychle; tak u druhů s hladkými nezbarvenými basidiosporami od objevení se basidiospor jako malých naduřenin na koncích sterigmat až do okamžiku jejich vymrštění uplyne půl až jedna a půl hodiny. U druhů s tlustostěnnými, zbarvenými basidiosporami je tento časový interval podstatně větší, např.

---

nými přírůstkovými vrstvami, r — rourky (podle Kaviny 1946). *3.* Troudnatec troudový. Příčný průřez rourkou s vyniklými plodnými basidiemi (podle Kaviny 1946). *4.* Příklad průřezu lupenem lupenaté houby (*Coprinus stercorarius*). p — parafysy, c — cystidy, b — basidie (podle Brefelda z Tavela 1892). *5.* Václavka (*Armillaria mellea*). Podélný řez plodnicí. e — lupeny. *6.* Václavka. Hymenium: a — basidie s basidiosporami, c — cystidy (podle Kaviny 1946).

u *Coprinus sterquilinus* Fr. trvá 32 hodiny; nicméně i u těchto druhů připadá hlavní doba na zrání, přičemž růst až k plné velikosti odpovídá jen čtvrthodině až hodině a čtvrt. Teprve když jsou mladé spory již založeny, putují jádra dovnitř a oddělují se příčnou stěnou od mateřské buňky.

Jestliže jsou sterigmata apikální, tj. jsou-li založena na vrcholu basidie, pak se basidie nazývá akrosporní. Jsou-li sterigmata a s nimi spory založeny laterálně, tj. na bočních stěnách basidie, nazývají se basidie pleurosporní.

Počet basidiospor na basidii. U primitivních druhů v basidii (tak jako ve vřecku) probíhají tři dělení a vzniká 8 basidiospor. Zpravidla bývají však jen dvě dělení a tvoří se 4 basidiospory. Výjimečně vznikají dvě basidiospory (u některých druhů rodu *Clavaria*); jádra, která zůstala při dělení v basidii, degenerují a dvě jádra vputují do dvou basidiospor — každé do jedné.

Počet basidiospor na plodnici. *Polyporellus squamosus* (Huds.) Karsten utvoří v jediném roce sto miliard spor. V době produkce vymršťuje při nejmenším jeden milion spor za minutu. Jedna plodnice *Fomes fomentarius* (L.) Kicks. produkuje během léta 9—8 bilionů basidiospor; poněvadž často dosáhne stáří 20 let a své hymenium každoročně obnovuje, během svého života vytvoří asi 180—360 bilionů basidiospor; musí tedy tvořit asi 45—50 bilionů basidií.

Přehled Hymenomycetes (houby rouškaté)

1. Endoparasiti; plodnice chybí.
Čel. Exobasidiaceae

2. Plodnice se obvykle vyskytují.
   a) Hymenofor hladký, lehce vrásčitý nebo bradavčitý.
      α) Plodnice resupinátní, na substrát přiléhající.
Čel. Corticiaceae

      β) Plodnice jsou konsoly postranně odstávající nebo vzpřímené, na okraji číškovitě vyklenuté.
Čel. Clavariaceae

   b) Hymenofor zřetelně vyvýšený.
      α) Hymenofor v typických případech v podobě ostnů, zubů atd.
Čel. Hydnaceae

      β) Hymenofor v typických případech v podobě rourek, plástvů atd., které nesou na vnitřní straně hymenium.
Čel. Polyporaceae

      γ) Hymenofor v typických případech má podobu lupenů, které nesou na obou stranách hymenium.
Čel. Agaricaceae

Do hub rouškatých patří důležité dřevní houby, většina hub jedlých a jedovatých, většina velkých hub lesních [např. václavka (obr. 101)].

O houbách rouškatých je v ČSR poměrně bohatá literatura, např. největší český spis o houbách „České houby" (1920—1922) Velenovského. Roku 1951 vydal v Brázdě A. Pilát „Klíč k určování našich hub hřibovitých a bedlovitých". Praktickou příručku napsal Veselý (1946, 1951). Dále jsou u nás i četné barevné atlasy hub, např. Pilát-Ušák (1952). Jednotlivými skupinami hub rouškatých se zabývají např. práce Pilátovy (1925, 1926, 1930, 1935, 1936—1942 aj.), Cejpovy (1928, 1929, 1930, 1936 aj.) atd. O jedovatých houbách se čtenář nejlépe poučí v souborné práci Herinkově („Otravy houbami") nebo v našich mykologických časo-

pisech (např. „Česká mykologie“, „Mykologický sborník“), které přinášejí studie československých autorů o jedlých, jedovatých, parasitických a symbiotických houbách.

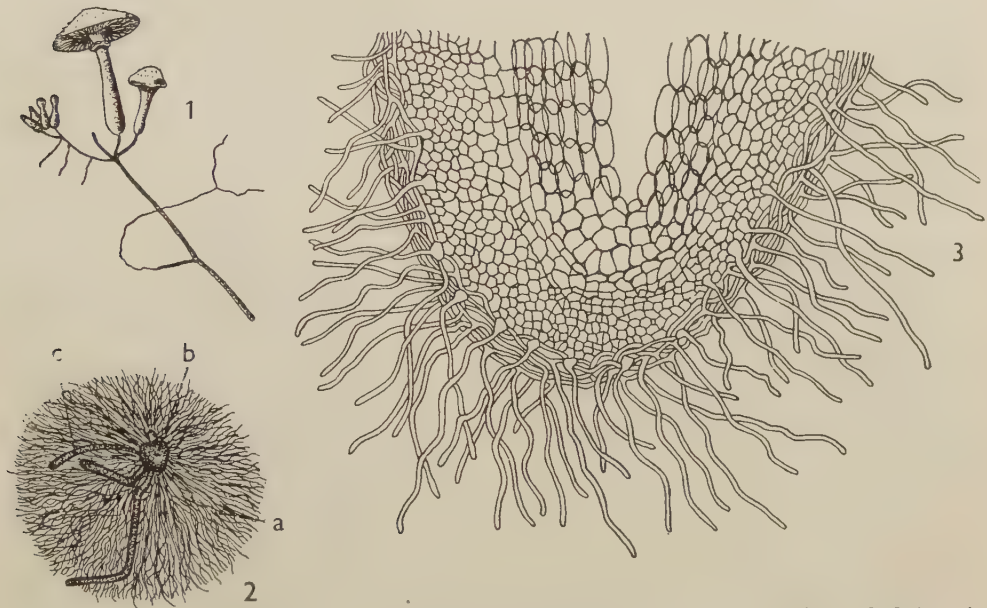
Phragmobasidiomycetes

Uredinales (rzi)

Charakteristika

Uredinales jsou obligátní parasiti, kteří žijí na rostlinách krytosemenných, nahosemenných a na kapradinách. Jejich zvláštním znakem je vytváření rozmanitých specifických spor; jsou uzavřenou, dobře charakterisovanou skupinou. Jejich vyhraněný parasitismus se projevuje i v tom, že se je dosud nepodařilo uměle kultivovat na živných půdách. Saprofyticky žijící druhy nejsou u nich známy. Rzi tak stojí v ostrém protikladu k jiným parasitním houbám, např. snětím, které sice jsou přísně přizpůsobeny svým hostitelům, přesto však mohou prodělat celý nebo částečný vývoj i na mrtvých organických živných půdách. Jako parasiti se rzi omezují většinou na jednoho hostitele nebo na malou skupinu velmi blízce příbuzných druhů. Některé druhy rzí se však vyvíjejí i na rostlinách, jež si jsou systematicky velmi vzdáleny [např. *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Winter parasituje na borovici, sosně, tolitě lékařské, pivoňkách aj., *Puccinia graminis* Pers. žije na dřišťálovitých a na travách].

Mycelium většiny druhů rzí roste intercelulárně, vysílá často haustoria do buněk hostitele a při tvorbě spor může jednotlivé buňky zcela pro-



102. *Armillaria mellea*. *1.* Provazec rhizomorfy s dospělými a mladými plodnicemi (podle Hartiga z Tavela 1892), *2.* Mycelium s vytvořeným sklerociem, z něhož vyrůstají rhizomorfy. a — mycelium, b — skerocium, c — rhizomorfy. *3.* Podélný řez vrcholem rhizomorfy (2, 3 podle Brefelda z Tavela 1892, popis václavky viz ve speciální části).

niknout a vyplnit. Je složeno ze silně rozvětvených hyf, jejichž buňky v mládí obsahují četné oranžově zbarvené tukové kapénky. Haustoria jsou zaokrouhlena nebo podlouhlá, jindy zase kořínkovitě rozvětvená. U mnoha druhů se mycelium rozrůstá jen v nejbližším okolí infikovaného místa, jako tomu je u druhů jednoletých. U perenujících druhů podhoubí proniká celou rostlinu nebo její větší část, přezimuje ve vytrvalých orgánech a v následujícím roce na jaře pokračuje v růstu. Mycelium těchto druhů způsobuje rozmanité změny v rostlině: malý růst, zvětšení nebo zmenšení listové plochy, potlačení nebo zakrnění květních částí, vytvoření věníků [např. *Puccinia arrhenatheri* (Klebahn) Erikss. na dřišťálu, *Melampsora cerastii* (Pers.) Winter na jedli] atd. Ve Střední Asii vznikají na *Urtica parviflora* hypertrofie, které vyvolává rez *Puccinia caricis* (Schum.) Reb.; domácí obyvatelstvo je sbírá a pojídá. Mycelium rzí, které parasitují na borovici [*Cronartium ribicola* (Lasch) Fischer de Waldh. a *C. flaccidum* (Alb. et Schw.) Winter], roste na větvích od místa infekce každým rokem o kus dále do zdravého pletiva, a to ve směru ke kmeni a ke kořenům, protože větve stromů nad místem infekce zpravidla rychle odumírají.

Infekce sporami nastává na zdravých a neporaněných místech rostliny, nikoliv v ranách nebo odumírajících orgánech. Zdá se, že u vytrvalých druhů, např. z rodu *Cronartium* nebo *Gymnosporangium,* se může přenést živé mycelium v částech pletiva do čerstvých ran na způsob štěpování nebo očkování. Místem infekce jsou většinou listy nebo i zelené části os pokryté epidermis. Klíční vlákna basidiospor vnikají zpravidla přímo do epidermis, a to na libovolných místech, ale obyčejně, jen dokud je pletivo mladé. Naproti tomu klíční vlákna aecidiospor a uredospor vnikají průduchy a mohou tedy pravděpodobně infikovat i starší listy a osy. Jsou však i výjimky: korek nemůže být klíčními vlákny proražen a houby, jež žijí v kůře pokryté korkem (*Cronartium, Gymnosporangium* atd.), infikují proto povrch hostitele před tvorbou peridermu. Klíční vlákna někdy vnikají i do hostitelské rostliny, která jim neskýtá vhodné podmínky pro jejich vývoj. Houba vyroste v hyfy, jež vnikají do vstupního místa a pak brzy zahynou.

Z historického hlediska je zajímavá Erikssonova hypothesa o mykoplasmatu. Je to teorie postavená proti názoru, že výskyt houby v hostiteli se dá vždy odvodit od klíčních vláken spor, jež se dostaly zevně na rostlinu. K tomuto názoru někteří autoři došli na základě jednotlivých pozorování. Eriksson se však domníval, že v určitých případech již v semeni, tedy od rodičů, se v buňkách hostitele vyskytuje nepatrné množství parasitního mykoplasmatu. Houbové plasma se podle něho dostává do mezibuněčných prostorů, zde vytváří plasmodiovité „protomycelium" a později hyfy obalené membránami. Mykologové jsou většinou proti tomuto názoru.

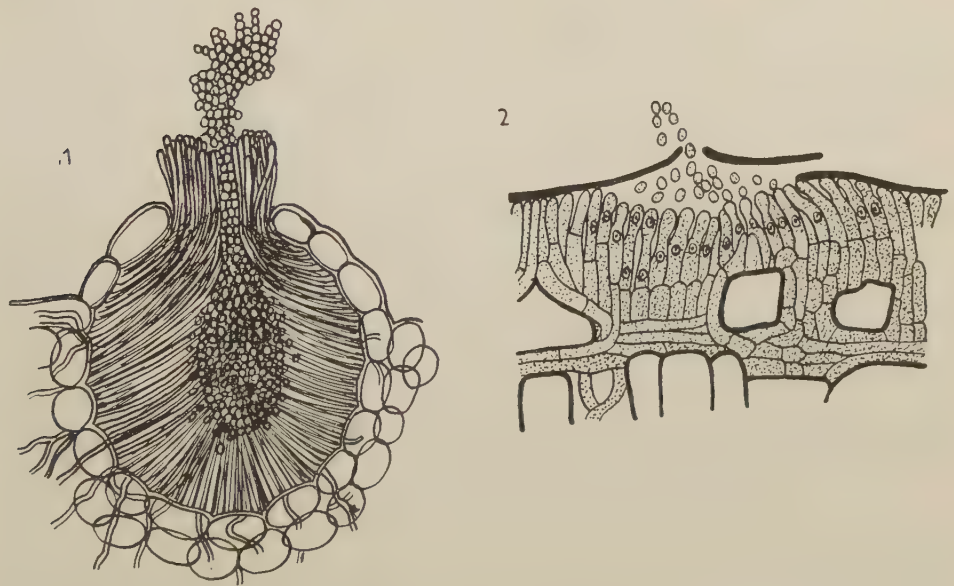
Přenášení rzí na potomstvo semenem se dá vysvětlit i bez mykoplasmatu, když se v jednotlivých případech prokáže, že v semenech nebo na nich se příležitostně tvoří mycelium nebo i spory, jež si uchovávají životnost až do klíčení semen, což se u jiných hub již mnohokrát prokázalo. V tomto směru jsou pozoruhodné údaje Carletonovy (1904): oloupaná a desinfikovaná semena *Euphorbia dentata* dala vznik zdravým rostlinám, kdežto ze semen neoloupaných a nedesinfikovaných vyrostly rostliny s aecidií a později s uredosporami druhu *Uromyces euphorbiae* S. et P. (podle

Klebahna 1914). Eriksson viděl důvod pro svou teorii v tomto pokusu: Zasel náchylnou odrůdu ječmene do sterilní půdy a ječmen byl během růstu chráněn proti vnější nákaze. Přesto za 6—8 týdnů se na vzešlých rostlinách objevila rez. Z toho usuzuje, že rez přešla na obilku z napadené mateřské rostliny a v obilce byla ukryta ve formě latentního plasmatu. Byla to tedy jen domněnka, kterou Eriksson hájil, ale neprokázal. Zajímavý důkaz proti této domněnce vyslovil Henning na základě terénního pozorování. V Dánsku, kde *Puccinia graminis* Pers. nemůže přezimovat ve stadiu letních výtrusů vzhledem k chladným zimním měsícům, byla tato rez odstraněna vymýcením dřišťálů (možnosti přezimování výtrusy letními viz v dalším textu).

Rozmnožování. Při úplném vývoji rzí vzniká 5 různých druhů výtrusů. Jsou to: 1. Spermacie (pyknospory), tvořící se ve spermogoniích (pyknidách). 2. Aecidiospory, které vznikají v aecidiích. Aecidie, jež nemají pseudoperidii, se nazývají také caeomata a jako aecidie je označujeme tehdy, mají-li pseudoperidii. Někdy se užívá pro aecidium českého názvu prášilka. 3. Uredospory (výtrusy letní), jež jsou seskupeny v kupkách čili v lůžkách (sori = výtrusné kupky). 4. Teleutospory (výtrusy zimní), jež jsou rovněž nahloučeny v kupkách. 5. Basidiospory (sporidie) se tvoří na basidii (promycelium, prvohoubí), která klíčí z teleutospory.

Někteří novější autoři používají názvů aeciospory, urediospory, teliospory (pro výtrusy) a aecia, uredia, telia (pro obecné označení různých aecidiových typů, kupky výtrusů letních a zimních). Někdy se používá pro teleutospory názvu probasidie.

1. *Spermogonia a spermacie* (obr. 103). Spermogonia jsou útvary, které jsou většinou ponořeny do subepidermálního pletiva a mívají zpravidla

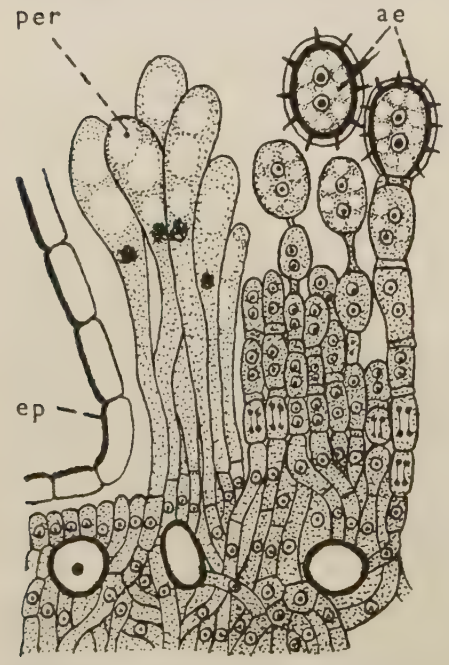


103. Spermogonia rzí. *1.* Spermogonium druhu *Aecidium euphorbiae* (podle De Baryho z Dietela 1928 v Engler-Prantl). *2.* Spermogonium druhu *Phragmadium violaceum* na *Rubus* sp. s odtrženou kutikulou (podle literatury z Gäumanna 1926).

džbánovitý tvar. V některých případech vznikají bezprostředně pod kutikulou a jsou pak ploché nebo polokulovité. Ponořená spermogonia mají při svém ústí perifysy, které vznikly protažením okrajových buněk. Perifysy přikrývají fertilní nitro spermogonií a svým tlakem roztrhávají epidermis. Spermacie jsou malé, kulovité nebo elipsoidní buňky s malým množstvím plasmatu, většinou 2 až 4 μ dlouhé. Jejich blána je hyalinní a hladká. Jádro je poměrně velké a někdy zaujímá až $^2/_3$ celé buňky. Dříve byly spermacie považovány za spory, které ztratily svou funkci během fylogenetického vývoje hub. Později se někteří mykologové domnívali, že jde o konidie; nebylo však prokázáno, že by způsobovaly infekci rostlin. Dnes je známo, že jsou to skutečně pohlavní buňky, které také zastávají svou funkci (např. u *Puccinia graminis* Pers. slouží k oplození basálních buněk aecidií, ve kterých dochází ke spárování jader).

2. *Aecidie a aecidiospory.* Po spárování jader v basálních buňkách aecidií vznikají v aecidiích řady dvoujaderných aecidiospor. Nejsvrchnější aecidiospory ztrácejí charakter spor a přeměňují se v pseudoperidii. Rovněž nejzevnější řetězce aecidiospor se na okrajích aecidií mění v pseudoperidie (obr. 104, 105, 106).

V době zralosti aecidia se vrchol pseudoperidie roztrhne i s pletivem hostitele, které je nad ním, protržené okraje se zpravidla svinou a aecidia tak získávají typickou číškovitou formu (aecidia u většiny druhů rodů *Puccinia* a *Uromyces*). V jiných případech vystupuje pseudoperidie z pletiva jako válcovitá rourka (*Pucciniastrum abietii — chamaenerii* Klebahn) nebo nepravidelná láčka (*Cronartium*) a později se roztrhává. U rodu *Gymnosporangium* pseudoperidie značně převyšuje povrch listů a je nápadně roztrhána v dlouhé úzké pruhy, které zůstávají na vrcholu spojeny [zvláště u *G. sabinae* (Dicks.) Winter = *Roestelia cancellata* Reb.]. U některých druhů aecidia nemají žádnou pseudoperidii, jsou obnažená (kryta jen epidermis hostitele) nebo jsou obdána jen perifysami; aecidia tohoto typu se nazývají caeomata (např. u rodu *Melampsora*).



104. Typ aecidia tzv. caeoma u *Phragmidium rubi*; ep — epidermis spodní strany listu, per — perifysy, ae — aecidiospory.
Podle Sappin - Trouffy 1896 z Gäumanna 1926

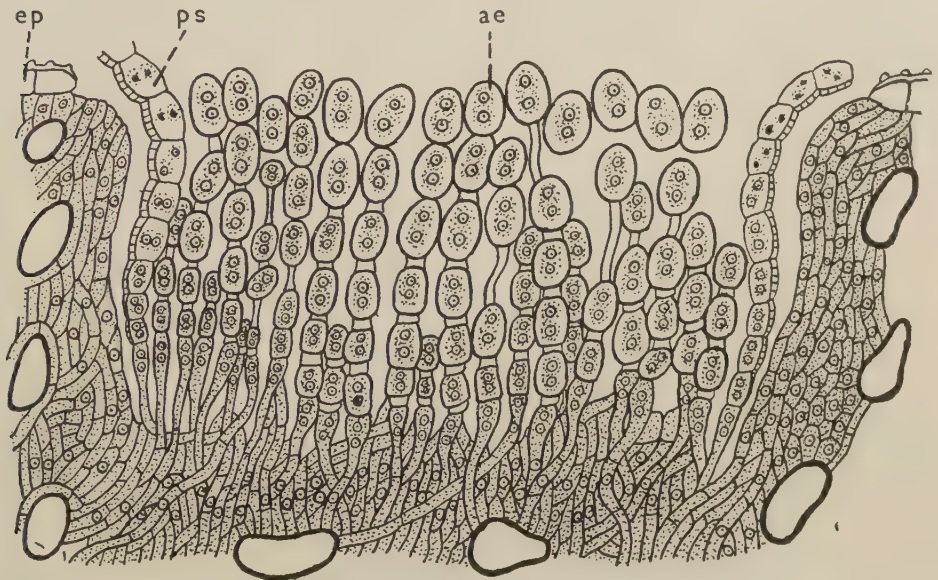
Na vytvoření pseudoperidií, zvláště na tloušťku jejich buněčných stěn a poměry tloušťky stěn k světlosti buněk, mají vliv klimatické poměry. Na suchých stanovištích a při xerofytické stavbě listů buňky pseudoperidie bývají tlustostěnné a jejich lumen je úzké, kdežto na vlhkých stanovištích a při hygrofilní stavbě listů jsou tenkostěnné se širokým luminem. V některých případech, jako např. u aecidií

Puccinia graminis Pers., vliv těchto zevních podmínek byl stanoven experimentálně.

Počet aecidiospor vznikajících v aecidiích je neobyčejně velký; podle Bullera v jedné aecidii je 11 000 aecidiospor. Keř dřišťálu s 200 infikovanými listy by jich podle toho vytvářel 1 miliardu. Aecidiospory jsou jednobuněčné, 15—40 μ velké, kulovité, oválné nebo poněkud polyedrické. Jejich obsah je většinou oranžovožlutě zbarven. Membrána aecidiospor je zpravidla bezbarvá a tenká, v jednotlivých případech i hnědě zbarvená (u *Gymnosporangium*) a často pokrytá jemnými nebo většími bradavkami nebo i odpadávajícími ploténkami. Klíční póry v membráně aecidiospor jsou většinou neviditelné. Výjimkou jsou aecidiospory rodu *Gymnosporangium*, které mají 8 klíčních pórů v hnědě zbarvené membráně. Klíční póry jsou většinou viditelné až při klíčení, kdy membrána v jejich blízkosti poněkud nabubří.

Aecidiospory jsou přenášeny větrem. U autoecických druhů se dostávají na jedince téhož druhu, na kterém vznikly, a zde vyrůstají v dikaryotické mycelium. Většina hospodářsky důležitých rzí je však heteroecická, tj. aecidiospory infikují jiné druhy hostitelů, než na kterých vznikly. Např. u rzi travní (*Puccinia graminis* Pers.) vznikají aecidia na haploidním myceliu na dřišťálu; dikaryotické aecidiospory, které v nich vznikly, jsou přenášeny na trávy, kde se rozrůstá dikaryotické podhoubí.

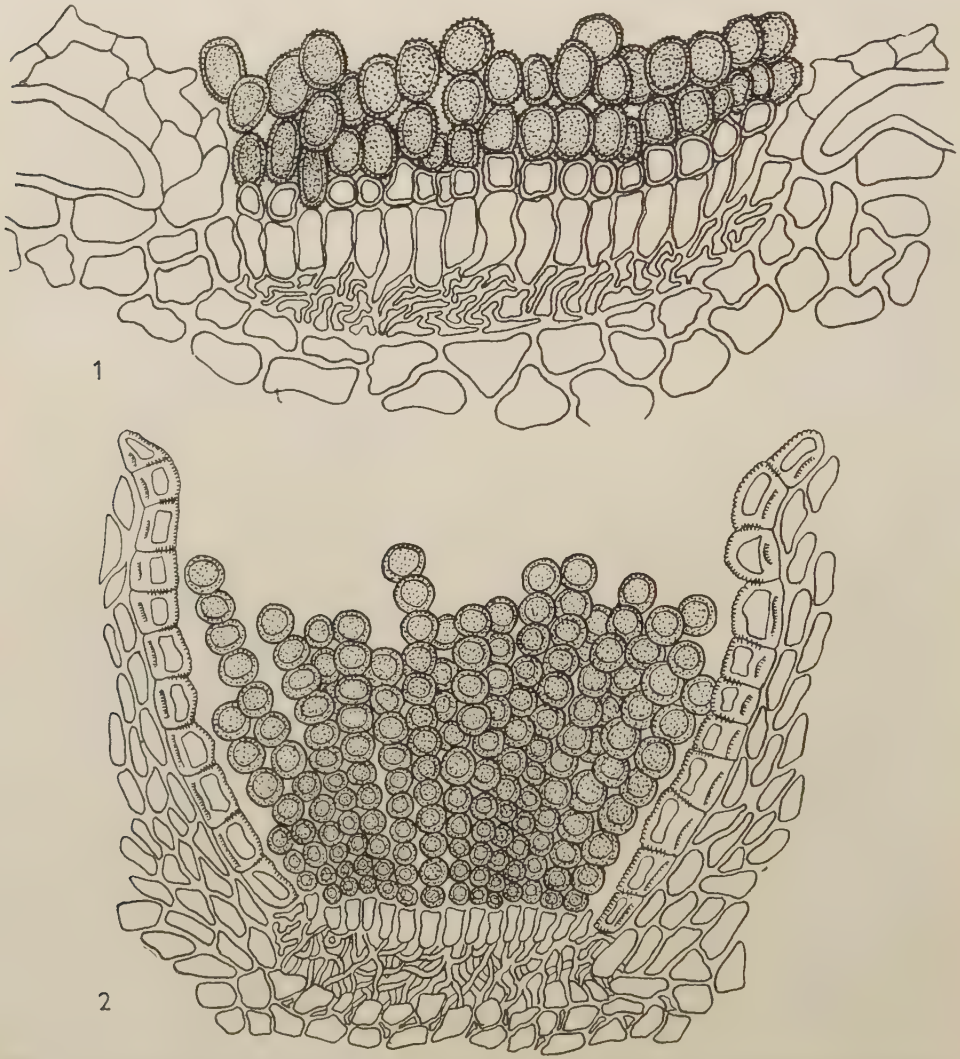
3. *Kupky uredospor a uredospory.* Dikaryotické mycelium za 10—40 dní po infekci tvoří na spodní straně listu, vzácněji na svrchní straně, lůžka (kupky, sori) uredospor (obr. 107, 108, 109). U fylogeneticky starých rodů jsou tato lůžka pokryta pseudoperidií a uredospory vznikají v řetězcích s mezibuňkami (*Pucciniastrum*, rzi na kapradinách aj.). U rzí paleontolo-



105. Aecidium číškovitého typu u *Uromyces erythronii*; ep — epidermis na spodní straně listu, ps — pseudoperidie, ae — aecidiospory.
Podle Sappin-Trouffy 1896 z Gäumanna 1926

gicky mladých jsou sori nahé a uredospory vznikají jednotlivě na krátkých stopkách (*Uromyces, Puccinia, Phragmidium* aj.).

Z hlediska biologického uredospory odpovídají konidiím a také jako konidie vytrvávají zpravidla jen krátkou dobu. Uredospory na dikaryotickém myceliu mají tedy stejnou funkci jako konidie, které se vyskytují u jiných hub na haploidním myceliu. Při klíčení uredospory vyrůstají v dikaryotické mycelium, jež začne po 10—14 dnech vytvářet nové uredospory, kterými jsou opět infikována nová individua atd., takže během léta vznikají četné generace letních výtrusů.



106. *1.* Aecidium u *Melampsora hypericorum. 2.* Aecidium u *Tranzchelia* (*Puccinia*) *pruni spinosae.*

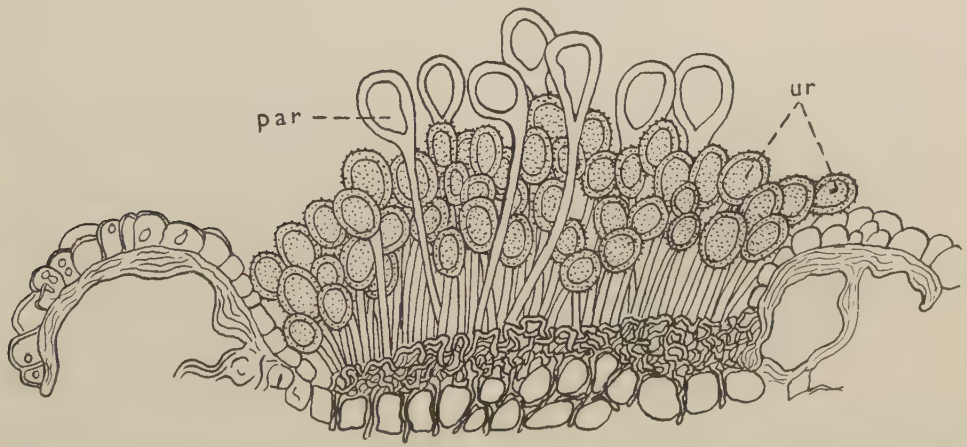
Podle Săvulesca 1953

Uredospory se vyskytují v kupkách (lůžka, sori), jsou jednobuněčné, 15 až 40 μ velké, okrouhlé, oválné nebo podlouhlé až kyjovité. Buněčný obsah uredospor je obyčejně žlutočervený. Membrána uredospor je zpravidla dosti tlustá a buď bezbarvá nebo nažloutlá až hnědá. Povrch je pokryt bradavkami nebo osténky. Klíční póry jsou často v aekvatoriální rovině; jsou to okrouhlé otvůrky v membráně vyplněné hmotou odchylných vlastností. Počet a rozdělení klíčních pórů poskytuje důležité systematické znaky. U *Puccinia graminis* Pers. jsou 4, u *P. dispersa* Erikss. et Henn. je jich 8 nebo více.

Lůžka uredospor jsou pod epidermis, kterou dříve nebo později protrhávají a jsou pak zpravidla nahá a prášivá. Jejich časté rezavé zbarvení dalo jméno celému řádu. V mnohých případech vyrůstají mezi uredosporami roztroušeně parafysy nebo jsou celá lůžka obalena parafysami. Okrajové parafysy pravděpodobně zvedají a protrhávají epidermis nad mladými lůžky.

Uredospory klíčí v jednoduchá vlákna, která vyrůstají v klíčních pórech a při infekci hostitele vnikají průduchy do jeho nitra. Ztluštěniny membrány, které se někdy vyskytují, rovněž tak papily nad klíčními póry jsou podle Dietela zásobárnami vody a pomáhají při klíčení spor. Klíčení může probíhat v širokém rozmezí teplot, kdežto možnosti infekce jsou omezeny na relativně úzké rozmezí, totiž na teploty blízké optimu klíčivosti. Doba, po kterou si spory zachovávají klíčivost, je různá; při sušším uchování spor je tato doba delší, zpravidla několik týdnů nebo i několik měsíců.

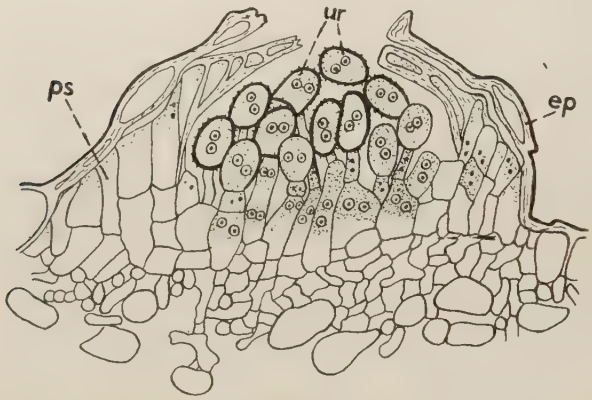
Rzi mohou někdy přezimovat i ve stadiu uredospor. V takovém případě se uredospory tvoří zpomaleně během zimy, takže při mírném počasí dochází k novým infekcím i v zimě, po případě infekce, ke kterým došlo již na podzim, dávají vznik podhoubí, jež teprve na jaře vytváří uredospory. Uredospory přezimují v teplejších oblastech nebo při mírnějším počasí. Baudyš (1911, 1913) zjistil, že např. *Puccinia dispersa* Erikss. et Henn., *P. glumarum* (Schmidt) Erikss. et Henn. aj. mohou v Čechách přezimovat uredosporami. Sledoval ony druhy pravidelně po celou zimu (1910



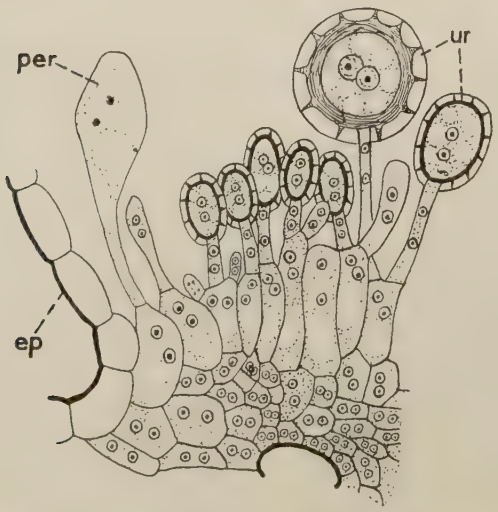
107. Kupky výtrusů letních u *Melampsora lini*; ur — uredospory, par — parafysy. Podle Săvulesca 1953

až 1911) a zjistil, že jejich uredospory jsou stále klíčivé; tvořily se dokonce i pod sněhem.

4. *Kupky teleutospor a teleutospory.* Zpravidla v pozdním létě a na podzim začne dikaryotické mycelium, z něhož vznikaly uredospory, vytvářet kupky výtrusů zimních (teleutospor). V zimních výtrusech dochází ke karyogamii, jež ukončuje dikaryofázi. Teleutospory (obr. 110) jsou obvykle tlustostěnné, resistentní vůči suchu a chladnu. Slouží zpravidla k přezimování. Teleutospory nejsou schopny rostliny infikovat přímo; při klíčení dávají vznik promyceliím (basidiím), na nichž se tvoří basidiospory (sporidie), které teprve vyklíčí v infekční vlákna.



108. Kupky výtrusů letních u *Cronartium ribicola*; ep — epidermis spodní strany listu, ur — uredospory, ps — pseudoperidie.
Podle Colley 1918 z Gäumanna 1926



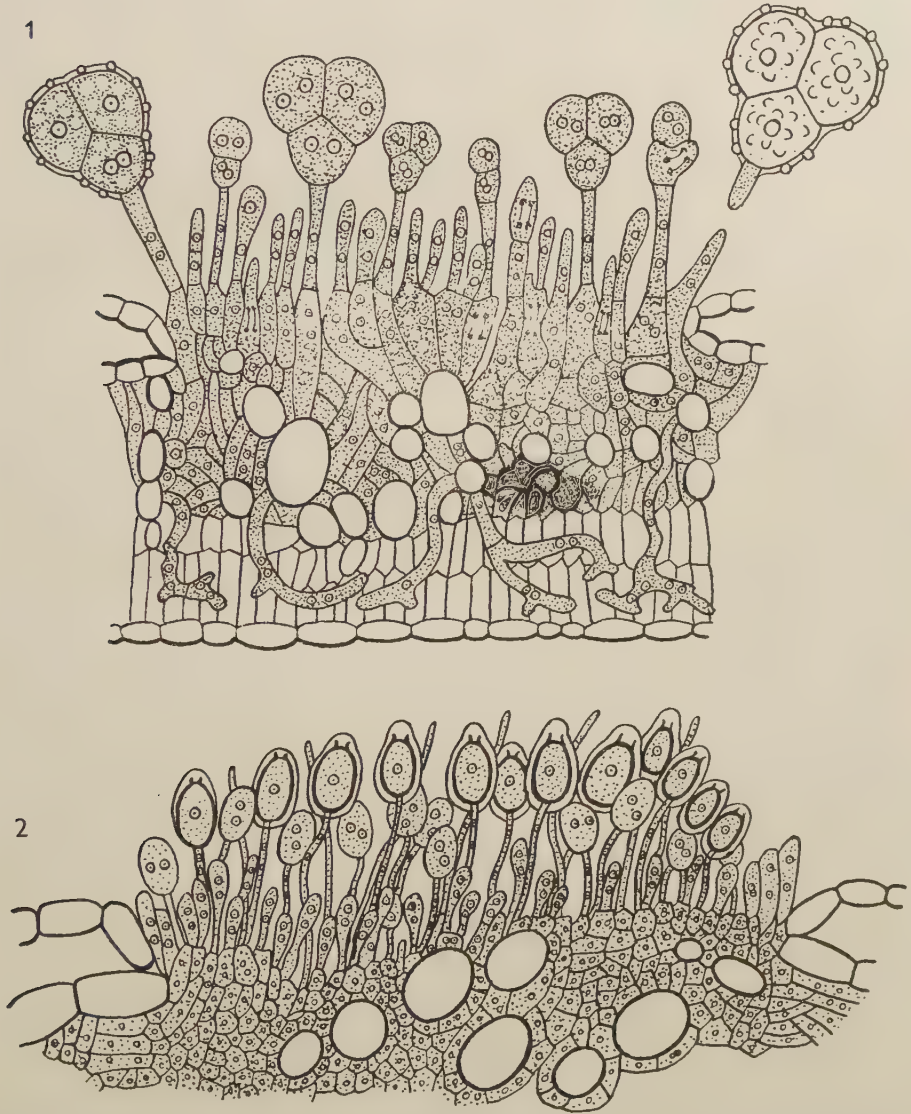
109. Kupky výtrusů letních u *Phragmidium rubi*; ur — uredospory, per — perifysa, ep — epidermis spodní strany listu.
Podle Sappin - Trouffy 1896 z Gäumanna 1926

Teleutospory jsou velmi rozmanitého tvaru a této vlastnosti se využívá jako hlavního znaku pro rozlišování rodů a mnohdy i druhů. — Jsou jednobuněčné nebo mnohobuněčné, ale obyčejně dost velké (jmenovitě mnohobuněčné teleutospory). Přesně vzato, musíme na dvoubuněčné i vícebuněčné teleutospory hledět jako na agregáty spor, poněvadž jejich každá buňka se chová jako samostatná spora, to znamená samostatně klíčí. Teleutospory jsou uspořádány v lůžkách, která vznikají pod epidermis, vzácněji mezi epidermálními buňkami a kutikulou. Lůžka se roztržením epidermis uvolňují nebo zůstávají trvale, tj. až do klíčení, pokryta epidermis. I v kupkách teleutospor se vyskytují parafysy.

U mnohých rzí vznikají teleutospory jednotlivě na stopkách. Sem patří rody *Uromyces, Puccinia, Phragmidium* aj. Rody *Uromyces* a *Puccinia* se od sebe liší tím, že rod *Uromy-*

ces má teleutospory jednobuněčné, kdežto rod *Puccinia* dvoubuněčné. Je to však znak umělý, který pozbývá na ceně ještě tím více, že vedle dvoubuněčných spor se v lůžkách teleutospor rodu *Puccinia* často vyskytují jednobuněčné výtrusy, tzv. mesospory. Podle toho, zda teleutospory lpí na stopkách pevně nebo zda snadno odpadávají, jsou kupky po roztržení epidermis pevné nebo prášivé.

U jiných rodů se vyskytují různé typy teleutospor a jejich uspořádání



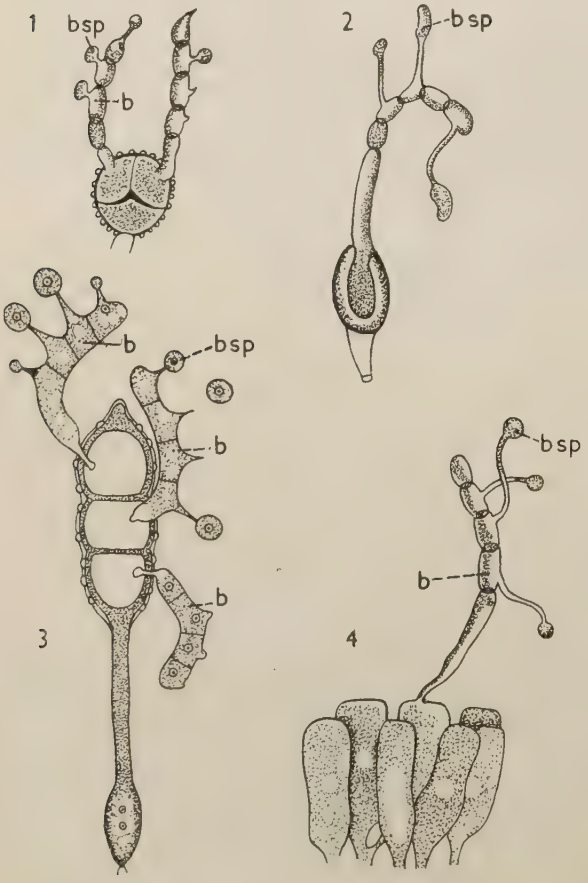
110. Kupky výtrusů zimních. *1. Triphragmium ulmariae* na tužebníku jilmovém (*Filipendula ulmaria*); teleutospory jsou trojbuněčné. *2. Uromyces striatus* na vojtěšce (*Medicago sativa*); teleutospory jednobuněčné.
Podle Sappin - Trouffy 1896 z Gäumanna 1949

je rovněž jiné. Např. u rodu *Cronartium* jsou teleutospory slepeny ve válcovité nebo nitkovité sloupečky.

Ztlustlé membrány teleutospor vytvářejí někdy zvláštní tvary. Např. u druhu *Puccinia coronata* C o r d a jsou rohovité výrůstky. Povrch membrány teleutospor je někdy hladký, jindy má bradavky, někdy lištny, vzácně i prohlubeniny. Každá buňka teleutospory má klíční pór, který není vždy viditelný; vzácně je jich i více (*Phragmidium*).

Barva lůžek teleutospor je většinou světle hnědá až černá, někdy je zcela bledá (*Melamsporella*), jindy je oranžově až krvavě červená (*Coleosporium*). Vždy je tmavší než barva jednotlivých spor při pozorování v mikroskopu.

5. *Basidie (promycelia) a basidiospory.* Rozhodujícím znakem teleutospor je způsob jejich klíčení; vzniká při něm pátý druh výtrusů rzí, basidiospory (sporidie). Teleutospory klíčí často teprve po uplynutí určitého údobí klidu; u nás obyčejně na jaře po přezimování. Každá buňka teleutospory klíčí v basidii (promycelium), na jejichž buňkách vznikají stopečky (sterigmata) s basidiosporami (obr. 111). V basidiích probíhá redukční dělení; basidiospory jsou proto haploidní a vyrůstají v jednojaderné (haploidní) mycelium, které roste opět na hostiteli, jenž nesl původní aecidiovou generaci (např. na dřišťálu u rzi travní). Tím se uzavírá životní cyklus rzí s úplným vývojem.



111. Klíčení teleutospor, basidie s basidiosporami. *1. Triphragmium. 2. Uromyces. 3. Phragmidium rubi* (podle Sappin-Trouffy 1896 z Gäumanna 1949), *4. Melampsora castagnei;* b — basidie, bsp — basidiospora. 1, 2, 4 podle literatury ze Săvulesca 1953.

Basidiospory jsou asi 10 až 12 μ velké, oválné, ledvinité. U rodu *Coleosporium* a *Ochropsora* vyrůstají sterigmata přímo na teleutosporách, jejichž každá buňka se předtím rozdělí na 4 buňky.

Aecidiospory, uredospory, basidiospory a teleutospory (pokud odpadají) se v podstatě rozšiřují větrem, snad příležitostně i hmyzem. Pevně lpící teleutospory mohou být dopravovány větrem jen s celými listy nebo s lodyhami, na kterých se vyskytují. Hmyz, lákán šťávou a vůní spermogonií, roznáší spermacie. Basidiospory jsou vymršťovány několik milimetrů od ba-

sidií, čímž se dostávají do vzdušných proudů, které je zanesou dále. Klíčivost uredospor a aecidiospor zůstává zachována dostatečně dlouho, takže snesou daleký transport; i jemné basidiospory musí snášet delší přenos vzduchem, poněvadž infekci jimi způsobenou nalézáme často dost daleko od místa jejich vzniku (např. aecidia na dřišťálu apod.).

Z uvedeného plyne, že rzi mohou přezimovat teleutosporami, uredosporami nebo i myceliem v pletivech hostitele. Domněnka Erikssonova o mykoplasmatu nebyla prokázána.

Jednotlivé druhy výtrusů, respektive útvary, ve kterých vznikají, se označují takto: 0 = spermogonie (pyknidy), I = aecidia, II = uredospory, III = teleutospory. Basidiospory se zvláště neoznačují, poněvadž vznikají vždy při klíčení teleutospor.

Všech 5 uvedených druhů výtrusů se tvoří jen u rzí s úplným vývojem; u mnohých rzí však scházejí některé druhy výtrusů. Podle toho, které výtrusy se tvoří, dělíme *Uredinales* na typy:

1. Eu-typ: 0 I II III (*Eupuccinia, Euuromyces*); druhy, které sem patří, mají všech pět druhů výtrusů, např. *Uromyces viciae-fabae* (Pers.) Jörstad, *Puccinia arrhenatheri* (Klebahn) Eriksson, *Puccinia graminis* Pers.

2. Opsis-typ: 0 I III (*Pucciniopsis, Uromycopsis*); netvoří uredospory, např. *Uromyces lilii* (Link) Kuntze, *Puccinia tragopogi* (Pers.) Cda.

3. Brachy-typ: 0 II III (*Brachypuccinia, Brachyuromyces*); netvoří aecidiospory, např. *Puccinia suaveolens* (Pers.) Rostrup.

4. Hemi-typ: II III (*Hemipuccinia, Hemiuromyces*); netvoří spermacie a aecidiospory, např. *Uromyces lupinicolus* Bubák.

5. Micro-typ: III (*Micropuccinia, Microuromyces*); tvoří teleutospory, které klíčí teprve po přezimování, a teprve potom vznikají basidiospory; spermogonia často netvoří; např. *Puccinia ribis* DC.

6. Lepto-typ: III (*Leptopuccinia, Leptouromyces*); tvoří jen teleutospory, které ihned klíčí a tvoří basidiospory, např. *Puccinia malvacearum* Montagne.

Výtrusy se buď tvoří na témž hostiteli (druhy monoaecické, autoecické), nebo vznikají na dvou různých hostitelích (druhy diaecické, heteroecické). Podle toho pak hovoříme např. o *Autoeupuccinia, Heteroeupuccinia* atd.

Rozšíření. Uredinales jsou rozšířeny po celém světě, zhruba tak, jak jsou rozšířeni jejich hostitelé. Přestože rozšiřovací možnosti jsou velké, nelze říci, že by výskyt hostitele znamenal vždy i výskyt příslušné parasitní rzi. Např. *Puccinia geranii-silvatici* Karst. je v Evropě omezena na poloostrov Skandinávský a na Švýcarsko, ač kakost lesní (*Geranium silvaticum* L.) je rozšířen po celé Evropě a v Asii až po Bajkal. *Puccinia galanthi* Unger je na Moravě jen na jedné lokalitě, ač sněženka podsněžník je v tomto území velmi rozšířena (Picbauer 1927).

Zvláště rozšířené jsou rody *Uromyces* a *Puccinia*. Čeleď *Melampsoraceae* je zastoupena skoro výlučně na severní polokouli, hlavně v mírné a chladné zóně. Jen nejnižší rody této čeledi, které žijí na kapradinách, jsou zastoupeny málo druhy i v zemích jižnějších. Rozšíření čeledi *Melampsoraceae* souvisí s jejich přechodem k heteroecismu, s tím, že začaly žít na jedlovitých (*Abietaceae*).

Uveďme si několik příkladů rozšíření rzí, jak je podává Picbauer (1927) ve své studii o rozšíření rzí na Moravě:

1. Rzi kosmopolitické, rozšířené ve všech zemědílech: *Uromyces viciae - fabae* (Pers.) Jörstad, *U. appendiculatus* (Pers.) Link, *U. trifolii* (Hed.) Lév., *U. trifolii repentis* (Cast.) Liro, *Puccinia sorghi* Schweinitz, *P. malvacearum* Montagne, *Melampsora lini* (Schum.) Léveillé, *Puccinia dispersa* Erikss. et Henn., *Puccinia graminis* Pers.

Rzi subkosmopolitické, rozšířené téměř ve všech zemědílech:

a) nevyskytují se v Asii: *Uromyces betae* (Pers.) Lév., *Tranzchelia pruni — spinosae* (Pers.) Dietel,

b) nevyskytují se v Americe: *Puccinia arrhenatheri* (Klebahn) Erikss.

2. Rzi gerentogejské, rozšířené ve Starém světě: *Puccinia pimpinelae* (Str.) Mart., *P. agrostidis* Plowright aj.

3. Rzi amphiboreální (circumboreální) rozšířené na severní polokouli: *Puccinia ribis* DC., *Cronartium ribicola* (Lasch) Fischer de Waldh., *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Winter, *Gymnosporangium juniperinum* (L.) Mart., *Phragmidium rubi idaei* (Pers.) Karten.

4. Rzi eurasijské, rozšířené v Evropě a v Asii: *Puccinia porri* (Sow.) Winter, *Melampsora larici - epitea* Klebahn atd.

5. Rzi evropské: *Uromyces dactylidis* Otth., *Puccinia anthoxanthi* Fuckel, *P. petroselini* (DC.) Lindroth, *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) Winter.

6. Rzi alpské, hlavně v horách a také částečně v předhoří: *Phragmidium fusiforme* Schröter [= *Ph. rosae-alpinae* (DC.) Winter].

7. Rzi arkto-alpinské, jednak v evropských horách a jednak v severských oblastech. K nám se dostaly za doby ledové, kdy ustoupily ze severu a po ústupu ledovce se u nás udržely, např. *Puccinia mulgedii* Sydow, *Uromyces hedysari obscuri* (DC.) Carestia et Piccone.

8. Rzi pontické, rozšířené v oblasti Černého moře jako středisku a odtud pronikající do Evropy, např. *Puccinia stipina* Tranzchel, *Uromyces scutellatus* (Schrank) Lév. apod.

I když naše znalosti o rozšíření hub jsou relativní, neboť závisí na stupni průzkumu jednotlivých oblastí, jakož i na naší dokumentaci, přece je zřejmé, že i u rzí můžeme sledovat závislosti fytogeografické jako u jiných rostlin, zvláště rostlin cévnatých.

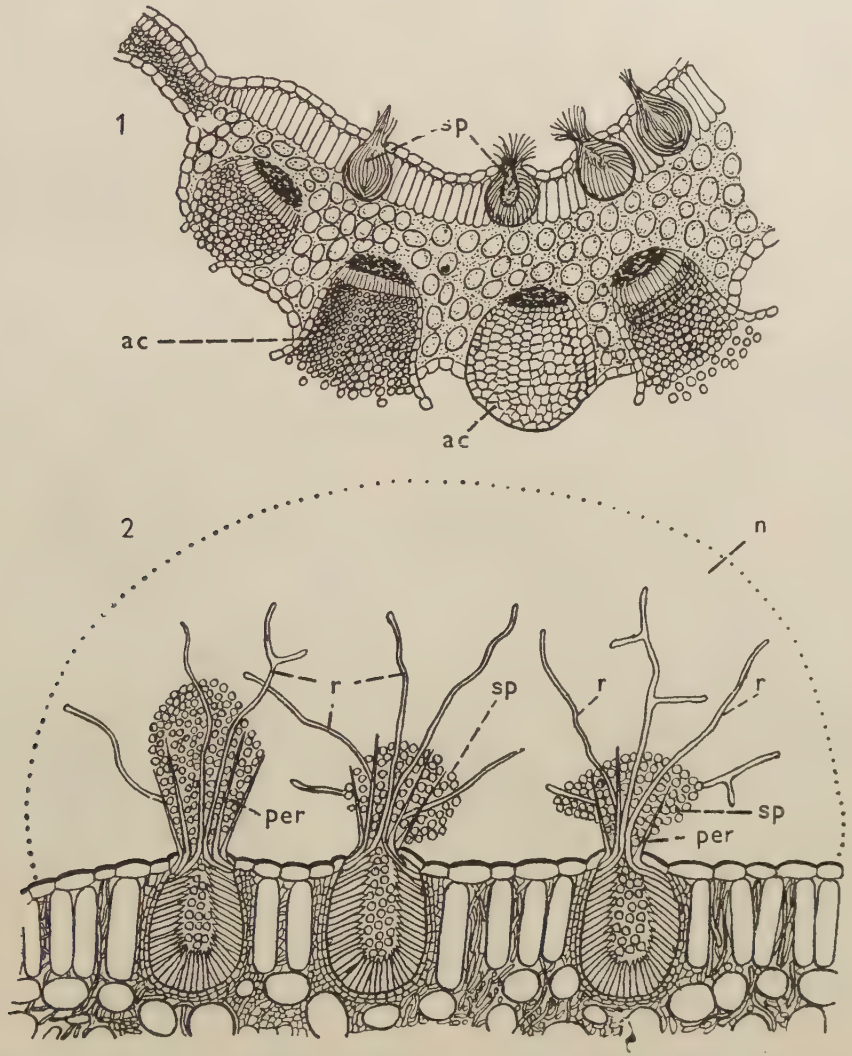
Škodlivost a užitek. Škody, jež způsobují rzi jako obligátní parasiti, jsou nesmírné a bude o nich podrobně pojednáno ve speciální části. Užitek naproti tomu je nepatrný. Prýty některých rostlin, jež jsou napadeny aecidií, bývají masité a pojídají se [např. v Indii *Acacia eburnea* (L.) Scop. napadena *Aecidium corruscans* (L.) Scop.] V některých případech rzi hubí plevele; tak např. *Puccinia suaveolens* (Pers.) Rostrup na pcháči rolním [*Cirsium arvense* (L.) Scop.]. Její mycelium proniká celou rostlinu, která nekvete. Proto se dělají pokusy o využití této rzi v boji proti pcháči.

Úplný vývoj rzí

Rzi, které prodělávají úplný vývoj, označujeme jako euformy neboli makrocyklické formy. Rozlišují se u nich druhy bipolárně-hetero-

thallické a homothallické. U bipolárně-heterothallických druhů vznikají basidiospory (sporidie) různého pohlaví (A, B) a list musí být současně infikován objema basidiosporami (sporidiemi) opačného pohlaví, aby vývoj rzi pokračoval; u homothallických druhů stačí, aby list byl infikován jedinou basidiosporou (sporidií). Po infekci basidiosporami (sporidiemi), jež se tvoří na basidiích (promyceliích) teleutospor, v napadeném listu vznikají spermogonia se spermaciemi a aecidia s aecidiosporami.

Nejznámějším a nejvíce prostudovaným druhem s úplným vývojem je

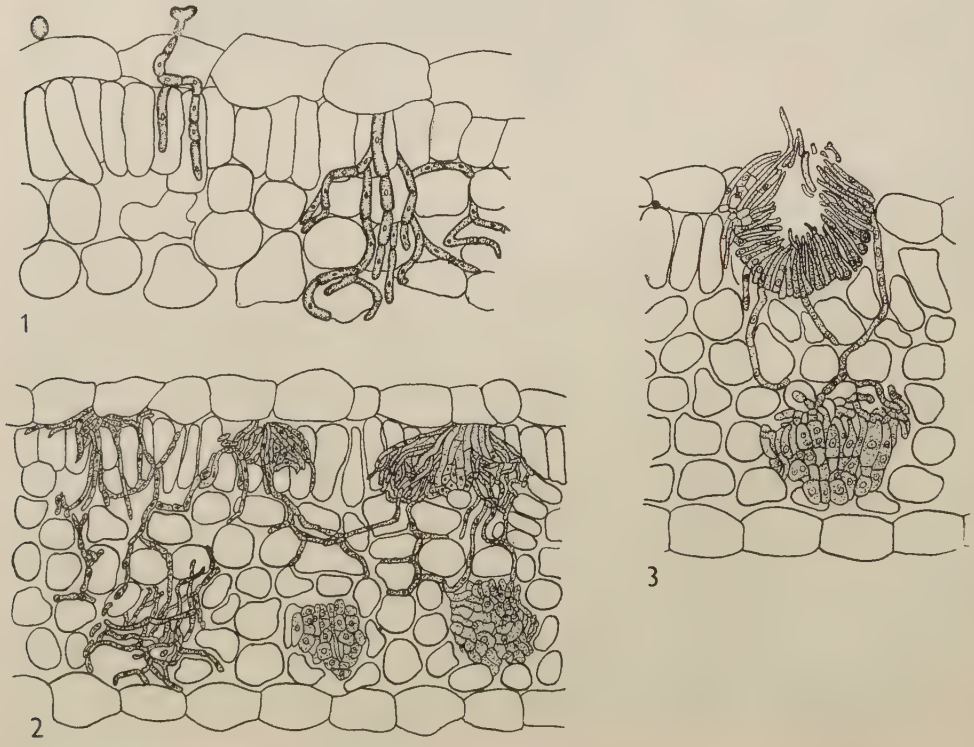


112. *Puccinia graminis: 1.* Průřez listem dříšťálu, sp — spermogonia, ac — aecidia (upraveno podle Erikssona 1926). *2.* Tři zralá spermogonia na povrchu listu dříšťálu. sp — spermacia, per — perifysy, r — kopulační (přijímací) hyfy, n — kapka vyloučeného „nektaru".

Puccinia graminis Pers., na níž bude demonstrován vývoj bipolárně-heterothallické rzi a historie výzkumu tohoto vývoje. *Puccinia graminis* Pers. tvoří spermogonia a aecidia na dřišťálovitých, uredospory a teleutospory na travách.

Linné se o rzi na obilí a aecidiích na dřišťálu téměř nezmiňuje. Popsal rez ze spodní strany podbělu (*Tussilago farfara* L.) jako *Lycoperdon epiphyllum* a podle toho Jacquin (1786) pojmenoval aecidiové stadium na listech dřišťálu jako *Lycoperdon poculiforme*. Houbu pojmenovanou *Aecidium* nalezneme po prvé u Gmelina (1791): *Aecidium berberidis* Gm. Spermogonia na listech dřišťálu zjistil Unger (1833).

Vztah mezi *Aecidium berberidis* a rzí na obilí poznali již Banks (1805), Willdenow (1805) a Windt (1806). To však bylo mnohokrát označeno za paradoxní, ačkoliv např. Windtovy pokusy byly již dost přesvědčivé. Windt pěstoval pšenici v blízkosti dřišťálu a zjistil, že v blízkosti dřišťálu se rez na obilí vyskytla, kdežto vzdálenější pšenice napadena nebyla. Tento jev si Windt ověřil na různých místech. Dán Schöler provedl v Hammel u Aarhus na Jütlandu další přesvědčivý pokus. Čerstvě uříznuté větvičky dřišťálu, na jejichž listech byla plně vyvinuta aecidia, přiložil na zarosené žito. Spodní strany listů dřišťálu přiložil na některé listy žita a na

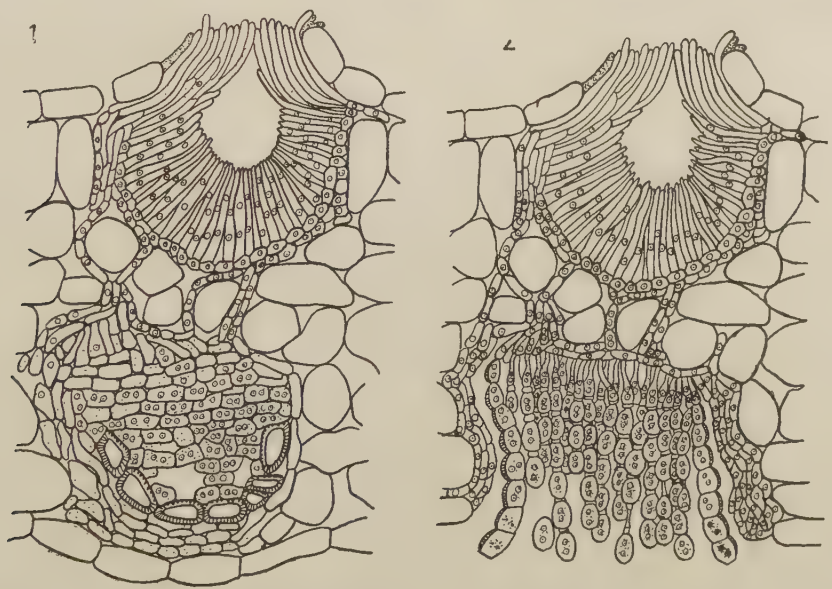


113. *Puccinia graminis*. *1.* Schema tvorby mycelia z basidiospory v listu dřišťálu. Hyfy vrůstají do nitra listu. *2.* Tvorba spermogonií při líci listu a zakládání aecidií při rubu listu. Jednojaderné mycelium. *3.* Zralé spermogonium a základ aecidia s dvojjadernými fertilními buňkami. Mezi nimi vícejaderné mycelium.
Schematicky upraveno podle Allen 1930 z Lehmann etc. 1937

stébla. Rostliny žita byly za několik dní silně rezivé, ačkoliv na celém poli se nevyskytla žádná rez.

Přes taková jasná zjištění nové poznatky nepronikly. Botanikům byla nepochopitelná souvislost mezi výtrusy letními, po případě zimními na jedné straně a aecidii na straně druhé, protože byly morfologicky velmi rozdílné. Velký švédský mykolog Ellias Fries označuje představu souvislosti za „protismyslný předpoklad". Fleischer (1864) je přesvědčen na základě srovnávací morfologie, že rez na obilí patří do rodu *Puccinia* Pers. a rez na dřišťálu do rodu *Aecidium* Pers. Proto považuje domněnku o souvislosti rzi na dřišťálu se rzí na obilí za mylnou.

De Bary vyřešil s konečnou platností otázku střídání hostitelů u rzi travní. Ukázal, že basidiospory rzi travní nemohou vnikat klíčními vlákny do hostitele teleutospor, do trav, a tím nabyl přesvědčení, že basidiospory vnikají klíčními vlákny do jiného hostitele. Jako takový hostitel přicházel u rzi travní v úvahu dřišťál. De Bary (1865), podnícen všeobecným míněním zemědělců, že v blízkosti dřišťálů se vytváří rez na obilí, infikoval *Berberis vulgaris* basidiosporami a brzy zjistil výsledek infekce: 31. V. byla pšenice, napadená teleutosporami rzi travní, přiložena na listy dřišťálu, 1. VI. byly basidiospory vymrštěny a již 9. VI. se na listech dřišťálu objevily četné žluté skvrnky, uvnitř kterých byla pouhým okem patrná spermogonia. V jiném pokusu, při kterém byl nejdříve stanoven výskyt spermogonií, se začala za několik dní objevovat aecidia. Z těchto výsledků bylo zřejmé, že aecidium na dřišťálu vzniká z vyklíčených basidiospor rzi travní. Později se de Barymu (1866) podařilo infikovat aecidiosporami listy žita. A tak de Bary na základě přesných pokusů zjistil a potvrdil změnu

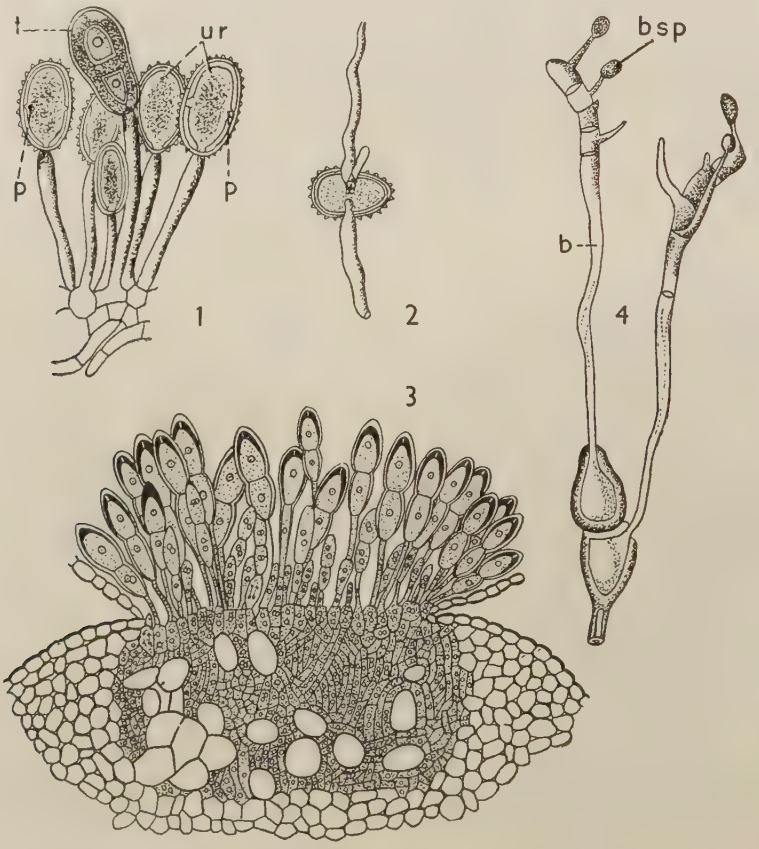


114. *Puccinia graminis*. *1.* Spermogonium (nahoře), jehož spermacie byly vymrštěny a dvojjaderné polozralé aecidium (dole). *2.* Vyprázdněné spermogonium (nahoře) a zralé aecidium (dole) s řetězci aecidiospor.
Podle literatury z Mühle 1956

hostitelů u rzi travní. Mnozí autoři opakovali pokusy de Baryho se stejným výsledkem. Teprve později se poznalo, že mezi hostiteli *Puccinia graminis* jsou kromě *Berberis vulgaris* L. i jiné druhy *Berberidaceae*, především jiné druhy dřišťálů.

Spermogonia byla zjištěna Ungerem (1833). Jejich funkce byla dlouho nejasná. Byla pojímána jako samčí pohlavní aparát, i když s určitými výhradami (Meyen 1841); rovněž tak na ně nahlíželi de Bary (1853) a Tulasne (1854), i když počítali se ztrátou sexuality. De Bary pozoroval i vyprazdňování spermacií a zjistil, že spermogonia se vyvíjejí dříve než aecidią. Výskyt spermogonií bez aecidií v něm vyvolával pochybnosti o významu spermacií (de Bary 1865). Pojetí spermacií jako gamet, jež ztratily funkci, se v pozdější době opět objevuje (Blackman 1904, Christman 1905).

Klíčení spermacií objevili nejdříve Cornu a Roze (1875). Brefeld (1888—1891) považoval spermacie za konidie a ostře vystupoval proti hypothese o sexualitě spermogonií. Klebahn (1904) soudí, že spermogonia



115. *Puccinia graminis*. Výtrusy letní a výtrusy zimní. *1.* Skupina uredospor ur s jednou vmíšenou teleutosporou t, p klíční pory uredospor, *2.* Klíčící uredospora. *3.* Kupka výtrusů zimních. *4.* Klíčící teleutospora s dvěma basidiemi — b; bsp — basidiospory (1, 2 podle De Baryho, 4 podle Tulasneho; obojí z Tavela 1892. 3 podle Sappin-Trouffy z Gäumanna 1949).

dnes nemají v životě rzí žádný význam. Jaczewski (1910) připouští, že spermacie nejsou zcela bez funkce, neboť hmyz, lákán vůní tekutiny vylučované společně se spermaciemi, rozšiřuje tyto výtrusy, které pak dávají na dřišťálu podnět k nové tvorbě spermogonií a aecidií. Infekce obilí spermaciemi není však možná, jak bylo experimentálně zjištěno. Dříve se názory různily, a teprve Craigie ve svých základních pracích objasnil tuto otázku.

Podstatný význam pro porozumění vývojovému pochodu u *Puccinia graminis* Pers. mělo zkoumání karyologických poměrů. Důležitým pokrokem bylo zjištění, že ve vývojovém pochodu rzí se vyskytuje dvoujaderná fáze vedle jednojaderné (Sappin-Trouffy 1896). Jednojaderné jsou basidiospory, spermogonia, spermacie a hyfy vytvářející aecidia; dvoujaderné jsou aecidiospory, stadia výtrusů letních a zimních.

V teleutospoře splývají obě jádra dikaryonu v diploidní jádro (karyogamie). Při klíčení teleutospory vznikají dělením (za redukce počtu chromosomů) ze splynulého jádra 4 haploidní jádra, která se rozdělí do jednotlivých buněk čtyřbuněčné basidie, respektive do basidiospor (sporidií), ze kterých se vyvíjí mycelium složené z jednojaderných buněk.

Otázka, jak jednojaderná fáze přechází během aecidiového stadia do dvoujaderné, nemohla být z počátku vysvětlena. Teprve Blackman (1904) a Christman (1905) ji objasnil u řady rzí. U *Puccinia graminis* zůstaly však poměry nejasné a objasnil je teprve Craigie (1927) a autoři, kteří na něho navazovali (Hanna, Allen).

Domněnka, že spermacie mají pohlavní funkci, byla vyslovena již mnohokrát. Kde a jak dochází k eventuálnímu sexuálnímu spojení, zůstávalo však dlouho neznámo. Ještě v r. 1928 Kniep nedovedl řešit tuto otázku. Avšak v r. 1927 vyšly dvě práce Craigieho, které vedly ke konečnému vyřešení problému a které byly později doplněny dalšími pracemi.

Craigie začal svá zkoumání na *Puccinia helianthi* Schw., brzy se však dostal k problému *Puccinia graminis*. Na listech dřišťálu vypěstoval a pozoroval kultury *Puccinia graminis*, které vznikly z jednotlivých basidiospor (sporidií). Stéblo pokryté teleutosporami upevnil na dně Petriho misky, kterou udržoval ve vlhku. V době, kdy se tvořily basidiospory, poklopil na krátkou dobu touto Petriho miskou skleněný válec, ve kterém byla větvička dřišťálu. Basidiospory padaly jednotlivě na listy dřišťálu. Téměř všechny kultury, které pocházely vždy z jednoho infekčního místa, a tedy z jediné basidiospory, tvořily jen spermogonia. Jestliže se však vyvíjela blízko sebe dvě infekční místa, která se při dalším růstu setkala, vytvořila se kromě spermogonií četná aecidia. Z toho Craigie usuzuje, že jednotlivé basidiospory (sporidie) jsou diferencovány na + a — a že útvary, které z nich vznikají, zůstanou haploidní a nejsou schopny vytvořit aecidia, jestliže se nespojí. Teprve spojením se stanou diploidními a dojde k tvorbě aecidií.

Craigie, aby prokázal, že hmyz se skutečně účastní přenášení tekutiny vylučované spermogoniemi, dal rostliny infikované jednobasidiosporovými kulturami do dvou klecí. Do jedné klece dal mouchy, do druhé nikoliv. V první kleci vzniklo z 98 jednobasidiosporových kultur 96 aecidií a v druhé kleci se ze 159 jednobasidiosporových kultur vytvořilo jen 5 aecidií. Tím se prokázalo, že hmyz se skutečně účastní přenášení tekutiny vylučo-

vané spermogoniemi, přenáší spermacie z jedněch spermogonií na druhé, přičemž se k sobě dostává + a — pohlaví.

Při ústí spermogonií jsou perifysy a kopulační (přijímací) hyfy (obr. 112; 2). Kopulační hyfy jsou oproti perifysám jemné a ohebné. Když se spermacie dostanou do blízkosti kopulačních hyf, ihned s nimi kopulují; někdy k nim z kopulační větve vyrůstá postranní větev. Není-li však v blízkosti spermacie kopulační hyfa, spermacie vytvoří nejdříve klíční vlákno, které vnikne do spermogonia opačného pohlaví nebo přímo průduchem do nitra pletiva hostitele a zde kopuluje s haploidní hyfou opačného pohlaví (Hanna 1929, Allen 1934). Při kopulaci vstoupí jádro spermacie do mycelia opačného pohlaví a příčnými stěnami jeho buněk se dostane za současné perforace těchto příčných stěn až na spodní stranu listu do základů aecidií. Sem jádro nebo jeho dceřinná jádra dojdou po 24—48 hodinách, sblíží se v basálních buňkách aecidií se „samičími" jádry a utvoří s nimi jaderné páry (dikaryony). Z toho plyne, že spárování jader nenastává u rzí bezprostředně po kopulaci, nýbrž dlouho po ní. Plasmogamie je časově a prostorově rozdělena na přijetí jádra a spárování jader, k němuž dochází v basálních buňkách aecidií (*P. graminis*, obr. 115).

Modifikovaný vývoj rzí

Úplný vývoj rzí se vyznačuje pěti různými druhy výtrusů, které se tvoří v určitém sledu; pravděpodobně se tento typ udržel od mesozoika. Předpokládá se, že během doby docházelo k poruchám ve vývoji a ke vzniku postranních větví s modifikovaným vývojem. Rzi s neúplným vývojem se označují jako mikrocyklické formy. Bude probráno stručně pět modifikací, jak je uvádí Gäumann (1949).

1. *Vznik aecidií z aecidiospor.* Jak bylo již výše uvedeno, aecidiospory klíčí v dikaryotické podhoubí, na kterém během vegetace vzniká několik generací výtrusů letních. Jsou však známy i případy, kdy na tomto myceliu mohou nejdříve vzniknout apomikticky opět aecidia a mohou se tu po dlouhou dobu opakovaně vytvářet. Příkladem je *Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schlecht., jež parasituje na růžích. Asi po 6 generacích aecidiospor vznikají teprve uredospory a teleutospory. Může se tak pozorovat, jak se stírají hranice mezi haplofází a dikaryofází.

2. *Brachytyp.* Jsou vyvinuta jen spermogonia, kupky výtrusů letních a kupky výtrusů zimních. Aecidia se netvoří a hyfy, ve kterých dochází k párování jader, se vyvíjejí bezprostředně v kupky výtrusů letních. U *Triphragmium ulmariae* (Schum.) Link basidiospory klíčí v jednojaderné mycelium, které tvoří spermogonia a velké uredosori (primární uredo), v nichž se odehrává párování jader, a primární uredospory se tím stávají dvoujadernými (jako aecidiospory při úplném vývoji). Primární uredospory infikují rostliny *(Ulmaria)*, na nichž vyrůstají malé uredospori (sekundární uredo) a později vznikají kupky výtrusů zimních.

3. *Opsis-typ:* Uredospory jsou potlačeny, vyskytují se jen spermogonia, aecidia a teleutospory. Dikaryotické mycelium, které vzniká z aecidiospor, může vytvářet jen teleutospory. Uredospory z hlediska svého biologického významu jsou u určitých druhů částečně nahrazeny apomikticky opakovaným vznikem aecidií [*Uromyces scrophulariae* (DC.) Fuckel a *Uromyces hedysari obscuri* (DC.) Carestia et Piccone].

Kde se v nejbližším příbuzenstvu opsis-formy vyskytují euformy, je možno se domnívat, že opsis-formy vznikly regresí euforem. Tak autoecická skupina *Uromyces integrifoliae* (DC.) Niess žije v Alpách na *Primula integrifolia* L., *P. viscosa* All., jako *Uromycopsis*; naproti tomu morfologicky stejně utvářená rez *U. primulae* Fckl. žije na *Primula hirsuta* All., *P. viscosa* jako *Euromyces*. *Uromycopsis* tudíž pravděpodobně vznikl z euformy potlačením ureda.

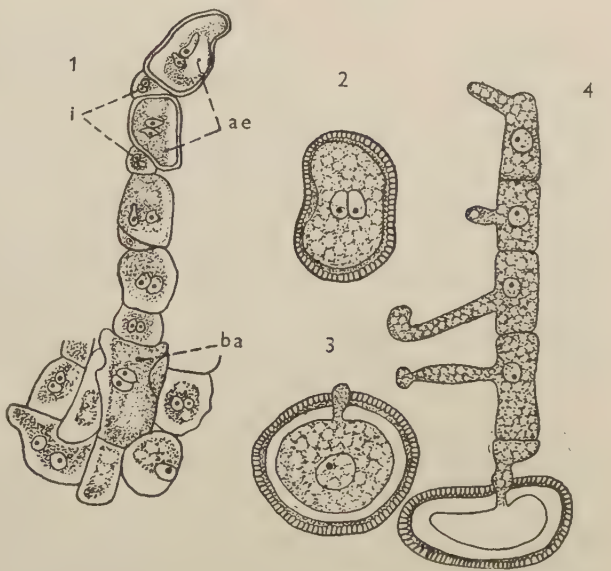
4. *Mikrotyp.* Aecidia a uredosori (někdy i spermogonia) jsou potlačeny; vždy se tudíž vyskytují jen teleutospory. Rzi sem náležící žijí autoecicky. Např. *Puccinia malvacearum* Montagne je homothallická a nemá spermogonia. Klíční vlákna basidiospor vyrůstají v pletivu hostitele v haploidní mycelia, která se většinou na spodní straně listu splétají v základy lůžek teleutospor. V nich dochází k somatogamické nebo autogamické kopulaci. V lůžkách vznikají teleutospory a na nich basidiospory, jež znovu infikují rostlinu. Tato rez může tedy svůj vývoj oproti makrocyklickým formám během vegetace několikrát opakovat; na podzim ovšem se klíčení zpožďuje a je posunuto na příští jaro.

Mikroformy, jejichž teleutospory jsou ihned klíčivé, se nazývají leptoformy. Význačné pro mikroformy typu *Puccinia malvacearum* Montagne je dlouhá haplofáze a krátká dikaryofáze. Sem patří mezi jiným *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Ung. na jehlicích smrku a *Tranzschelia fusca* (Pers.) Dietel na sasance hajní (*Anemone nemorosa* L.); avšak *Tranzschelia fusca* (Pers.) Dietel má spermogonia a ke kopulaci dochází spermaciemi.

U druhé skupiny, např. u druhu *Puccinia aegopodii* (Schum.) Mart. a *P. epilobii* DC. nedochází ke spárování jader v teleutosori, nýbrž již mnohem dříve v myceliu, takže haplofáze je velmi krátká a mycelium je převážně dikaryotické.

Třetí skupinu představuje např. druh *Puccinia arenariae* (Schum.) Wint.; je to leptoforma vyskytující se na rostlinách silenkovitých (*Silenaceae*). U této skupiny je pozoruhodné, že do basidiospory nevniká jedno jádro, nýbrž pár jader, a proto i celé mycelium, které vzniká z basidiospory, je dikaryotické.

Z hlediska fylogenetického předpokládáme, že i mikroformy vznikly z euforem potlačením aecidií



116. Vývoj *Endophyllum sempervivi* na *Sempervivum tectorum*. *1.* Řetěz aecidiospor s basální buňkou — ba, aecidiosporami — ae a mezibuňkami — i. *2.* Začátek karyogamie v aecidiospoře. *3.* Diploidní aecidiospora začíná klíčit. *4.* Aecidiospora vyklíčila v basidii.
Podle Hoffmanna 1912 z Gäumanna 1949

5. *Endotyp.* Např. *Endophyllum sempervivi* (A. et S.) de Bary, jehož haploidní mycelium perenuje v růžicích netřesku (*Sempervivum*). Basidiospory klíčí v jednojaderné mycelium, jež tvoří spermogonia a základy aecidií, ve kterých dochází ke spárování jader. Potom vznikají zpravidla aecidia a v nich aecidiospory. Nyní dochází k význačné anomálii, kdy jaderné páry v aecidiosporách splývají (karyogamie); aecidiospory klíčí za redukčního dělení jader v basidie, jejichž basidiospory opět infikují růžice netřesku. Uredosori a teleutosori se nevyvíjejí (obr. 116).

Pro tuto skupinu je význačné: a) vývojový pochod se uzavírá již v aecidiích, b) aecidiospory klíčí v basidii (nikoliv v dikaryotická vlákna), c) generační změna je stejná jako u mikroforem, takže houba žije v haplofázi (spermogonia a aecidie) autoecicky na svém hostiteli.

Všech pět uvedených modifikací má tyto znaky společné:

a) Sled jednotlivých druhů spor je irreversibilní: jednotlivé druhy spor mohou být sice potlačeny nebo se mohou opakovat, ale jejich sled se nemění. Toto ustrnutí souvisí patrně s vysokým fylogenetickým stářím rzí.

b) Místo, v němž se jádra párují, se může měnit a párování může probíhat v základech aecidií, v teleutosori a uredosori. Nezměněno zůstává jen místo redukčního dělení, totiž basidie, a proto basidie zůstávají zachovány u všech regresních forem rzí; jsou rzi bez aecidií, bez uredosori, bez teleutosori, ale nejsou rzi bez basidií.

Přehled rzí

(Podle Klebahna 1914)

Přehled čeledí a podčeledí

1. Teleutospory jsou jednobuněčné nebo vícebuněčné, mají stopky, ale stopky jsou u některých druhů velmi krátké a často odpadají; většinou jsou navzájem volné, vzácněji jsou spojeny rosolovitou hmotou. Basidie vystupuje z buněk teleutospor. Uredospory vznikají jednotlivě a mají stopky.
Čel. Pucciniaceae

a) Teleutospory jsou jednobuněčné nebo dvoubuněčné, navzájem volné. Aecidiospory jsou uzavřeny v pseudoperidii, jež jen vzácně je nedostatečně vyvinutá.
Podčel. Puccinieae

b) Teleutospory jsou dvoubuněčné, mají velmi dlouhé stopky a jsou slepeny rosolovitou hmotou v lůžka, která za vlhka silně nabubřují. Aecidia mají velmi silně vyvinutou pseudoperidii.
Podčel. Gymnosporangieae

c) Teleutospory jsou volné, dvoubuněčné i vícebuněčné, jejich buňky jsou zpravidla uspořádány v řadě nebo v podobě trojúhelníka. Aecidia nemají pseudoperidii (caeoma). Parasitují na růžokvětých rostlinách.
Podčel. Phragmidieae

2. Teleutospory se netvoří a basidie vznikají na aecidiosporách. (Poznámka. Dříve se tu aecidiospory označovaly jako teleutospory.)
Čel. Endophyllaceae

3. Teleutospory nemají stopky a vznikají v řadách, jež jsou někdy rozvětveny. Teleutospory v řadách i řady mezi sebou zůstávají spojeny, vytvářejí se čočkovité až sloupečkovité útvary, které často vyčnívají nad substrát. Basidie vystupuje z teleutospory. Uredospory vznikají jednotlivě nebo v řetězcích. Aecidia nemají pseudoperidii.
Čel. Cronartiaceae

4. Teleutospory jsou palisádovitě uspořádány v korovitých lůžkách, nemají stopky, z počátku jsou jednobuněčné a při zralosti se stávají čtyřbuněčnými; každá buňka teleutospory vytváří na sterigmatu basidiosporu. To znamená, že basidie je regresivně vyvinuta, že při klíčení nevystupuje z teleutospory, nýbrž že se utvoří „uvnitř"; obsah teleutospory se rozdělí za redukce počtu chromosomů ve čtyři basidiové buňky, z nichž každá odškrcuje zevně po jedné basidiospoře.

Čel. Coleosporiaceae

a) Uredospory vznikají v řetězcích s mezibuňkami. Aecidia mají měchýřkovitou pseudoperidii.

Podčel. Coleosporieae

b) Uredospory vznikají jednotlivě na stopkách. Aecidia mají miskovitou pseudoperidii.

Podčel. Ochropsoreae

5. Teleutospory nemají stopky, jsou palisádovitě uspořádány v korovitých lůžkách, vzácně jsou i jednotlivé v pletivu hostitele, jsou jednobuněčné nebo vícebuněčné a každá jejich buňka klíčí ve vystupující basidii. Uredospory vznikají jednotlivě na stopkách, vzácně v krátkých řetízcích, někdy jsou uzavřeny pseudoperidií. Aecidia s pseudoperidií nebo bez ní.

Čel. Melampsoraceae

Přehled rodů

Čel. Pucciniaceae

Podčel. Puccinieae

1. Teleutospory jednobuněčné (výjimečně i dvoubuněčné). *Uromyces*
2. Teleutospory dvoubuněčné (výjimečně i jednobuněčné). *Puccinia*

Podčel. Gymnosporangieae

Gymnosporangium

Podčel. Phragmidieae

1. Teleutospory řetězcovitě dvoubuněčné až mnohobuněčné.

Phragmidium

2. Teleutospory trojbuněčné, trojhranně seskupené.

Triphragmium

Čel. Endophyllaceae

Endophyllum

Čel. Cronartiaceae

1. Spermogonia jsou subepidermální. Aecidia mají pseudoperidii, jejíž tloušťka je tvořena jedinou buňkou. Uredospory se tvoří v řetězcích a jejich lůžka nemají pseudoperidii. Teleutospory tvoří polštářovité útvary.

Chrysomyxa

2. Spermogonia jsou subkortikální. Aecidia mají pseudoperidii, jež je složena ze dvou až tří buněčných vrstev. Uredospory vznikají jednotlivě a jejich lůžka jsou uzavřena v pseudoperidii. Teleutospory vytvářejí sloupečkovité nebo vláknité útvary.

Cronartium

Čel. Coleosporiaceae

Coleosporium a *Ochropsora* jsou zástupci této čeledi a jsou si podobné ve vývoji a klíčení teleutospor. Jinak mezi nimi nejsou žádné příbuzenské vztahy. *Coleosporium* se svými aecidiemi napojuje na *Cronartium*, takže se dříve aecidia obou rodů dávala do jednoho druhu, a ve stavbě uredosori jeví vztahy k *Chrysomyxa*. *Ochropsora* naproti tomu odpovídá ve stavbě aecidií rodu *Uromyces* a *Puccinia* a stavbou uredosori se blíží k některým *Melampsoraceae*. Klebahn (1914) poznamenává, že snad z tohoto hlediska by bylo lépe oddělit rod *Ochropsora* a dát mu postavení mezi *Pucciniaceae* a ostatními rzemi.

Podčel. Coleosporieae

Jediný rod. *Coleosporium*

Znaky rodu viz při charakteristice podčeledi, která obsahuje tento jediný rod. Druhy, u kterých je znám celý cyklus, tvoří aecidia na jehlicích *Pinus* (hlavně

P. silvestris L.). Morfologické rozdíly jsou jen nepatrné, takže základem pro rozlišení druhů je jejich specialisace na určité hostitele. Teleutospory klíčí hned po dozrání na podzim a basidiospory infikují jehličí borovic. Došlo-li k infekci brzy na podzim, vznikají ještě téhož roku spermogonia, jinak až na jaře.

Podčel. Ochropsoreae

Jediný rod. *Ochropsora*

Čel. Melampsoraceae

1. Teleutospory jsou většinou jednobuněčné, v hnědých až černohnědých, většinou pevných útvarech. Lůžka výtrusů letních, jestliže se vyskytují, nemají pseudoperidii nebo je pseudoperidie slabě vyvinuta, nevytrvává; uredospory jsou obklopeny palicovitými parafysami. Aecidia typu caeoma (bez pseudoperidie). *Melampsora*
2. Teleutospory jsou jednobuněčné nebo vícebuněčné, v bledých, červenohnědých nebo černohnědých, zřetelných nebo více či méně nezřetelných volných útvarech. Lůžka výtrusů letních mají dobře vyvinutou vytrvávající pseudoperidii, zpravidla jsou bez parafys nebo parafysy nejsou palicovité. Aecidia, pokud se vyskytují, mají pseudoperidii.
   a) Teleutospory jednobuněčné.
      α) Lůžka teleutospor červenohnědá, teleutospory intercelulární. *Melampsoridium*
      β) Lůžka teleutospor bezbarvá, teleutospory intracelulární. *Melampsorella*
   b) Teleutospory vícebuněčné.
      α) Teleutospory intercelulární. *Pucciniastrum*
      β) Teleutospory intracelulární.
         †) Teleutospory na listech, uredospory se vyskytují. *Thecopsora*
         †) Teleutospory na lodyhách, jež jsou zdeformovány; uredospory chybí. *Calyptospora*
3. Teleutospory jsou většinou dvoubuněčné až čtyřbuněčné, bledé, vznikají jednotlivě nebo v malých útvarech. Lůžka výtrusů letních mají pseudoperidii nebo jsou bez ní; uredospory jsou někdy dvojího typu. Aecidia nejsou známa. Žijí na kapradinách.
   a) Teleutospory intercelulární vznikají jednotlivě v mesofylu. Uredospory jsou dvojího typu, nemají klíční póry, jejich lůžka mají polokulovitou pseudoperidii. *Uredinopsis*
   b) Teleutospory jsou intracelulární, tvoří povlaky nebo malé skupiny.
      α) Uredospory jsou jednoho typu, nemají klíční póry, jejich lůžka mají pseudoperidii nebo věnec parafys. *Milesina*
      β) Uredospory jsou dvojího typu, mají klíční póry, jejich lůžka nemají pseudoperidii, někdy mají věnec parafys. *Hyalopsora*

Ustilaginales

Sněti (*Ustilaginales*) žijí jako parasiti na rostlinách semenných (*Anthophyta*) a nepatrný počet se jich vyskytuje i na mechorostech (*Bryophyta*). Vytrvalé tlustostěnné spory (chlamydospory) se vytvářejí v orgánech hostitelů, kteří pak vypadají, jako by byli spáleni nebo zuhelnatělí (proto Brandpilze, Smuts, Charbons, Carbones). Na rozdíl od rzí žijí delší dobu života saprofyticky. Dají se pěstovat na umělých živných půdách a některé mohou dokončit životní cyklus i v umělých kulturách [*Ustilago hordei* (Pers.)

Kell. et Sw., *U. tritici* (Pers.) Jens., *Entyloma ranunculi* (Bon.) Schroet., *E. calendulae* (Oud.) de By].

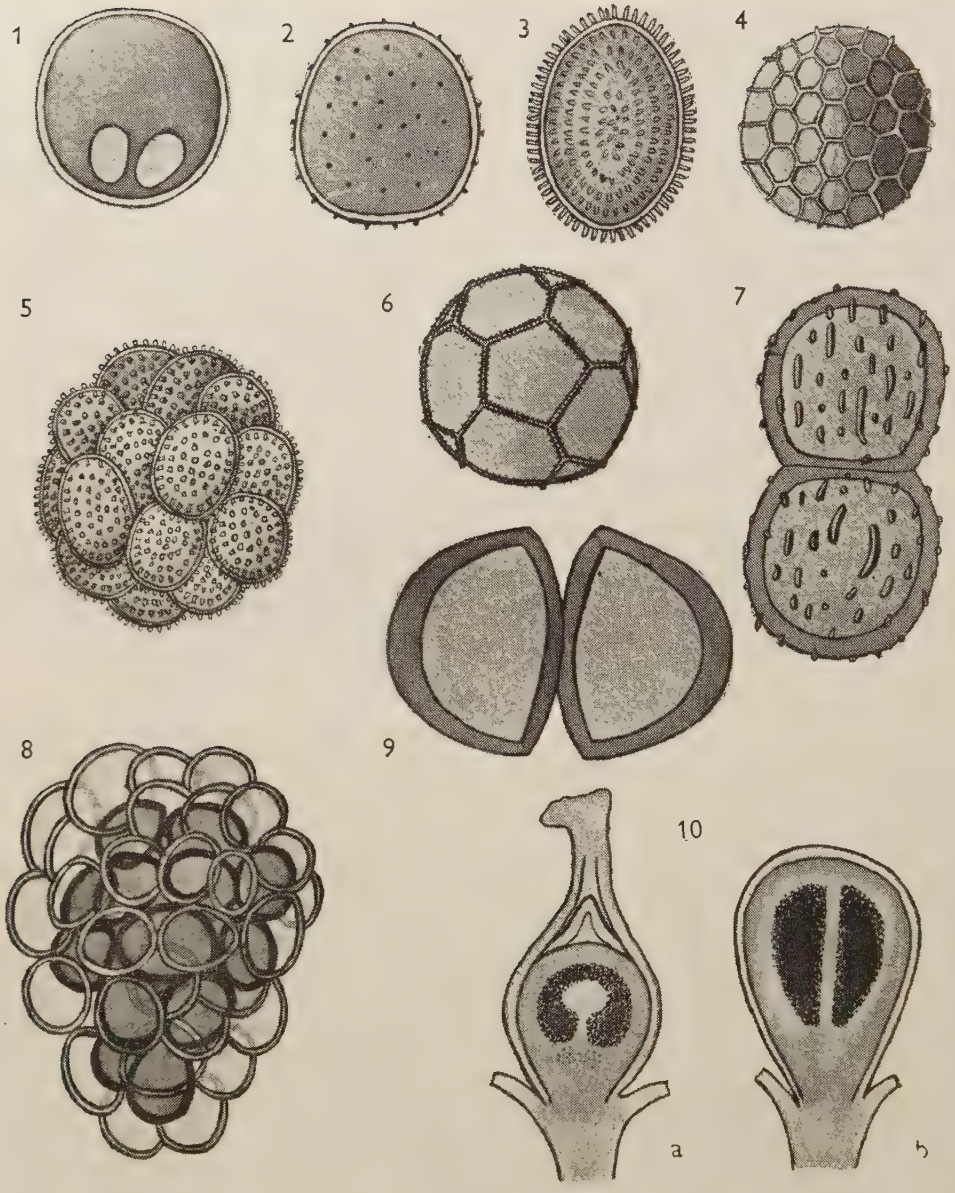
Mycelium snětí je hyalinní, 2—5 μ široké a žije většinou intercelulárně. U některých druhů se vytvářejí kulovitá nebo hroznovitě rozvětvená haustoria; u jiných druhů, např. u většiny obilních snětí, haustoria nevznikají a hyfy získávají výživu bezprostředně osmoticky. U *Ustilago maydis* (DC.) Corda aj. rostou hyfy také intracelulárně.

Mycelium některých druhů se rozvíjí jen v nejbližším okruhu infikovaného místa [u *Ustilago maydis* (DC.) Corda, u *Doassansia*] a zde se také zakládají chlamydospory. U většiny druhů však mycelium proniká celou rostlinu nebo jednotlivé části jejího těla a teprve mnohem později se v určitých orgánech (v listech, plodech) zakládají chlamydospory (obr. 117).

Infekce nastává basidiosporami (sporidiemi), konidiemi nebo myceliovými vlákny. Na různém způsobu infekce a vývoji houby závisí pak i ochrana.

a) Častým případem je infekce klíčících rostlinek, jako např. infekce sporami, jež ulpěly na obilkách. Sem patří *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint., *Ustilago avenae* (Pers.) Jens., *Ustilago levis* (Kell. et Sw.) Magn., *Ustilago hordei* (Pers.) Kell. et Sw., *Urocystis occulta* (Wallr.) Rabh. aj. Vlastní onemocnění, respektive fruktifikace, se projeví teprve mnohem později. Tak u *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint., *Ustilago hordei* (Pers.) Kell. et Sw. až v klasech, u *Ustilago levis* (K. et Sw.) Magn. a *U. avenae* (Pers.) Jens. v latách, u *Urocystis occulta* (Wallr.) Rabh. převážně ve stéblech a listech.

S *Urocystis occulta* (Wallr.) Rabh. dělal pokusy Wolff (1873). Zjistil, že jediným místem, kudy zárodky této sněti vnikají do hostitele, je první pochvový list, který nejdříve vyrůstá z obilek. Dají-li se na tento list, jakmile dosáhl poloviny své délky, klíčící chlamydospory s dobře vyvinutými sporidiemi a udržuje-li se pak klíčící rostlinka ve vlhké atmosféře, může se po 36—48 hodinách zjistit, že infekční vlákna pronikla a uvnitř se utvořilo mycelium. Po 7—9 týdnech při výši rostlinky asi 0,4 m můžeme na sedmém nebo osmém listu objevit sněť. Mohou tedy být infikovány jen nejmladší fáze klíčících rostlin. Jakmile první zelený list vystoupí z pochvy, není již infekce možná. I když jsou při infekčních pokusech mladé rostlinky dostatečně naočkovány, objeví se snětivé květy jen u určitého procenta. Klebahn (1923) podle Brefelda jako příklad uvádí *Ustilago cruenta* Kühn na *Sorghum saccharatum* (L.) Moench.: když infekce nastala v nejpříhodnějším období, vyskytlo se 72 % snětlivých rostlin. Ve květu se sněť projeví jedině tehdy, vniknou-li houbová vlákna do vegetačního vrcholu. Jestliže se naopak napadené rostliny za příznivých podmínek vyvíjejí zvláště rychle, unikne vegetační vrchol parasitu; mycelium zůstane ve stéblech a listech a choroba nevypukne. Když na infikovaných rostlinách *Sorghum saccharatum* (L.) Moench vyrostla zdravá lata, podařilo se Brefeldovi vyvolat dodatečně snětivost tím, že podřízl rostliny ve druhé třetině jejich výšky; na infikovaných kolínkách vyrůstaly postranní stonky a nesly snětivé laty (*Ustilago cruenta* Kühn). U této skupiny, u které nastává infekce klíčících rostlin ze spor, jež ulpěly na obilkách, se dá jako desinfekčního prostředku použít rtuťnatých (a jiných) přípravků, jež zamezí vyklíčení chlamydospor a tím zabrání infekci.



117. Chlamydospory u snětí. *1.* Chlamydospora *Ustilago hypodytes* z listů *Agropyrum repens. 2.* Chlamydospora *Ustilago decipiens. 3.* Chlamydospora *Ustilago echinata* z listů *Phalaris arundinacea. 4.* Chlamydospora *Ustilago tragopogonis pratensis. 5.* Klubíčko chlamydospor *Thecaphora affinis* z *Astragulus glycyphyllus. 6.* Chlamydospora *Tilletia sphagnis. 7.* Chlamydospory *Schroeteria delastrina* z *Veronica triphyllos. 8.* Chlamydospory *Ginanniella primulae* z *Primula canescens. 9.* Chlamydospory *Schizonella melanogramma. 10. Sphacelotheca hydropiperis:* a — řez mladým nádorkem, b — řez starším nádorkem, kde je patrná kolumella.

1, 3, 9, 10 podle Bubáka 1912; 2, 4, 5, 6, 7, 8 podle Moesze 1950

b) Infekce květů nastává u *Ustilago tritici* (Pers.) Jens. a *U. nuda* (Jens.) Kell. et Sw., tj. u prašných snětí na pšenici a ječmeni. Mycelium přezimuje v obilkách a jeho hyfy nacházíme v zevních vrstvách endospermu; zvláště hojné jsou ve štítku (scutellum) a také v embryu. Po dobu klíčení a růstu napadených rostlin se většinou neobjevují význačné symptomy ochuravění. Chlamydospory těchto snětí obvykle dozrávají v květech svých hostitelů. V této době se chlamydospory také rozprašují, kdežto u snětí přizpůsobených na infekci klíčících rostlin dozrávají později nebo se alespoň déle udržují v uzavřeném orgánu, ve kterém vznikly.

Protože mycelium je uvnitř obilek, nemůže se následné infekci zabránit mořením obvyklými přípravky jako v předešlém případě. Používá se horké vody, která zničí podhoubí uvnitř obilky, avšak zákroky se musí provádět opatrně, aby se neporušila klíčivost obilek.

c) V třetím případě mohou být infikovány všechny orgány rostliny, pokud mají mladá pletiva ještě ve stavu dělivém. Např. *Ustilago maydis* (DC.) Corda, u níž nepomáhá ani moření horkou vodou, ani rtuťnatými

118. *1. Urocystis violae.* Klubíčko chlamydospor; klíčení jednotlivých chlamydospor (podle Dietela 1928). *2.* Ustilago maydis. Klíčení chlamydospory (ze Sorauera 1908). *3. Tilletia tritici.* Klíčení chlamydospory (ze Sorauera 1908). *4. Sorosporium saponariae.* Zralé klubíčko chlamydospor s obalem (podle Dietela 1928).

přípravky (jimiž by bylo sice možno zničit chlamydospory lpící na povrchu obilky, ale další nákaza není vyloučena).

Rozmnožování. U některých rodů dochází k nepohlavnímu rozmnožování konidiemi (*Entyloma, Tuburcinia*). Např. *Tuburcinia trientalis* Berk. et Br. vytváří na spodní straně listů sedmikvítku evropského (*Trientalis europaea* L.) bílý povlak složený z jednoduchých nerozvětvených konidioforů. Konidiofory opakovaně vytvářejí bezbarvé konidie, jež klíčí v myceliová vlákna, nebo za nepříznivých podmínek sekundární konidie. Myceliová vlákna vytvářejí v těle hostitele po 10—20 dnech nové chlamydospory. Chlamydospory jsou hlavní fruktifikační formou snětí. Samy nezpůsobují infekci, nýbrž většinou přezimují, podobně jako je tomu u teleutospor rzí. Teprve na promyceliích (basidiích), v něž vyklíčí, vznikají sporidie (basidiospory), které infikují hostitele. U některých druhů sporidie nevznikají, ale z buněk promycelia se tvoří vlákna, která vnikají do hostitele.

Chlamydospory snětí vznikají, podobně jako teleutospory rzí, na dvoujaderném myceliu, takže v mladém stavu jsou dvoujaderné. Během vývoje splývají obě jádra v jedno jádro diploidní. Chlamydospory mají většinou tvar kulovitý a jejich rozměry jsou různé podle jednotlivých druhů. Blána chlamydospor je složena ze dvou vrstev, z endosporia a exosporia. Endosporium je zpravidla tenké a hyalinní, exosporium je naproti tomu tlusté a více či méně tmavě zbarvené. Exosporium je buď hladké [*Ustilago levis* (K. et Sw.) Magn., *Ustilago hordei* (Pers.) Kell. et Sw.] nebo bývá ostnité [*Ustilago avenae* (Pers.) Jens.] a u některých druhů má síťovitou skulpturu [*Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint.]. Chlamydospory vznikají jednotlivě nebo jsou spojeny. U *Tolyposporium* a *Thecaphora* jsou chlamydospory spojeny v klubíčka a jsou všechny fertilní. U *Urocystis* a *Doassansia* ztrácejí okrajové spory jádro a obal a stávají se tak vedlejšími (sterilními) vzdušnými sporami. U rodu *Doassansia* cizopasícího na vodních rostlinách se klubíčka chlamydospor uvolňují teprve rozpadem pletiva hostitele a vedlejší spory, jež tvoří obalnou vrstvu, umožňují klubíčkům plavat na povrchu vody. (Vyobrazení chlamydospor na obr. 117, 118.)

Škodlivost a užitek. Sněti způsobují těžké choroby na obilí. Než byla zavedena ochrana, činily škody způsobené *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. 60—70 % celé sklizně. I dnes ještě způsobují sněti značné ztráty na sklizni. Nepřímo užitečné jsou některé druhy tím, že se vyskytují na plevelích a omezují jejich rozšiřování (*Ustilago neglecta* Niessl na druzích béru atd.). V Číně a Japonsku se pojídají stonky *Zizania latifolia* Turcz., jež jsou napadeny *Ustilago esculenta* Henn.

Přehled čeledí

1. Parasiti na listech palem.
Čel. Graphiolaceae

2. Parasiti jiných rostlin:
a) Promycelium vytváří sporidie zpravidla laterárně.
Čel. Ustilaginaceae

b) Promycelium vytváří sporidie terminálně.
Čel. Tilletiaceae

Poznámka. Čeledí *Graphiolaceae* se zabývat nebudeme, neboť u nás byl zástupce této čeledi nalezen jen několikrát. [*Graphiola phoenicis* (Mougeot) Poiteau na *Phoenix dactylifera* L.]. Dříve se tato čeleď řadila do jiných systematických skupin.

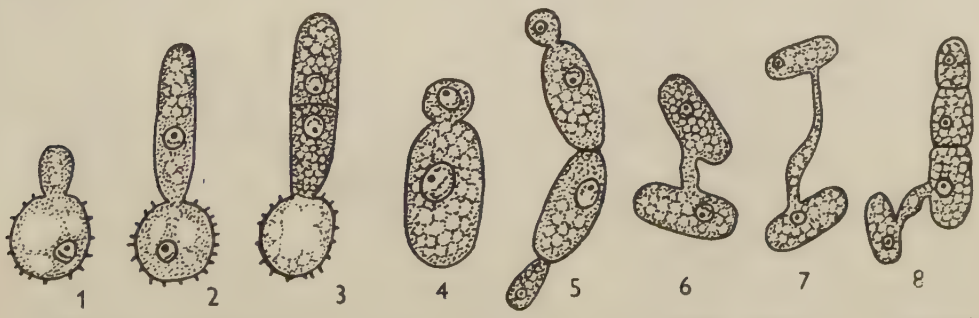
Promycelium *Ustilaginaceae* je zpravidla příčně dělené a skládá se z 1 až 4, vzácně i z více buněk. Buňky jsou postaveny nad sebou a v blízkosti přepážek těchto buněk vznikají sporidie (obr. 118). V některých případech se sporidie netvoří a buňky promycelia vyrůstají přímo v myceliová vlákna.

Gäumann (1949) uvádí dva vývojové rytmy podle místa, kde dochází k párování jader. Jeden z nich je haplodiplobiontický a druhý diplobiontický.

1. U haplodiplobiontického vývojového pochodu jsou buňky vegetativního těla nejdříve haploidní; po kopulaci se stávají dikaryotickými a později vytvářejí chlamydospory, ve kterých dochází ke karyogamii.

Příkladem tohoto typu je *Ustilago violacea* (Pers.) Fckl., jež působí snětivost květů rostlin silenkovitých (*Silenaceae*). Chlamydospory *Ustilago violacea* klíčí při dokonalém morfologickém vývoji ve čtyřbuněčnou basidii (obr. 119). Při tom probíhá redukční dělení a rozlišení pohlaví, takže ve čtyřech buňkách basidie jsou nyní dvě + a dvě — jádra (v každé buňce basidie je tedy jedno jádro). Nyní však buňky basidií nevyklíčí v basidiospory, do kterých by vnikla jádra basidií a zanechala basidiové buňky prázdné, nýbrž basidiové buňky vyrůstají vegetativně v jednojaderné pučivé mycelium; basidiová jádra zůstanou v buňkách basidie a jen jejich dceřinná jádra vniknou do pučících buněk. Když se pučivé buňky opačného pohlaví dostanou do vhodných podmínek, rozpustí v místě dotyku buněčné stěny nebo vyšlou proti sobě kopulační vlákno, jímž obsah jedné buňky vnikne do druhé. Dojde ke splynutí plasmy (plasmogamie) a k párování jader; vzniká tak dikaryotické mycelium, které infikuje hostitelskou rostlinu a v ní později tvoří chlamydospory, ve kterých dochází ke splynutí jader (karyogamie). Tedy vegetativní tělo *Ustilago violacea* se v saprofytickém období života skládá v podstatě z pučivého mycelia, jehož haploidní pučivé buňky nemohou normálně vyvolat infekci; teprve dikaryotické buňky vyrůstají v infekční vlákno.

V jednotlivých případech jsou malé odchylky od typu, který jsme uvedli. U *Ustilago hordei* (Pers.) Kell. et Sw. basidiové buňky většinou vyrůstají v jednojaderné hyfy, nikoliv v pučivé mycelium. Tyto hyfy, pokud jsou různého pohlaví, se k sobě poutají chemotropicky, kopulují a rostou



119. Klíčení chlamydospor u *Ustilago violacea*. *1—3.* počátek klíčení. *4—5.* pučivé mycelium. *6—7.* kopulace dvou pučivých buněk. *8.* pučivá buňka kopuluje s jednou basidiovou buňkou.
Podle Harpera 1900 z Gäumanna 1949

dál jako dikaryotické hyfy. Výjimečně však jsou známa jednojaderná pučivá mycelia, která mohou vyvolat infekci, a celý vývoj může proběhnout apomikticky v jednojaderné fázi. V jednotlivých případech je zapotřebí vždy určitých zevních podmínek, aby nastaly popisované jevy, např. při kopulaci určité pH, určitá teplota atd.

2. U diplobiontického vývojového rytmu nastává plasmogamie a párování jader v basidii, takže vegetativní tělo je od počátku dikaryotické.

U *Ustilago tritici* (Pers.) Jens. a *U. nuda* (Jens.) Kell. et Sw. kopulují zpravidla již přímo buňky basidie, jež se párovitě spojí kopulačním mostem, a z basidiové dvoujaderné buňky vyrůstají nyní dvoujaderné hyfy; výjimečně vznikají pučivé buňky a kopulace nastává mezi nimi nebo mezi jednou basidiovou buňkou a jednou pučivou buňkou. Dikaryotické hyfy vnikají vadnoucí bliznou do rostliny a vytvářejí ve vyvíjející se obilce mycelium. Rostliny, jež z těchto napadených obilek vyrostou, mají v následujícím roce ve květech chlamydospory, v nichž nastává karyogamie.

Vidíme, že dělení nelze zcela přesně provést. Také mnohé podrobnosti biologie snětí nejsou zcela známy. Např. *Ustilago maydis* (DC.) Corda patří pravděpodobně do první skupiny. Kopulační schopnost jeho pučivých buněk je velmi malá a je silně vázána na určité podmínky, např. pH 8,0 až 8,3 (vyskytují se na alkalických transpiračních plochách povrchu listů).

120. Hálky způsobené *Ustilaginales*. 1. *Melanotaenium endogenum* na svízelu syřišťovém (*Galium verum*) (podle Bubáka 1912). 2. *Urocystis violae* na violce vonné (*Viola odorata*) (podle Dietela 1928). Podle Wangové 1934

Gäumann (1949) poznamenává, že při fylogenesi *Ustilaginaceae* lze pozorovat značnou regresi jejich basidií. Již u *Ustilago violacea* (Pers.) Fckl., *U. tritici* (Pers.) Jens. a *U. nuda* (Jens.) Kell. et Sw. basidie nevytvářejí basidiospory, nýbrž vyrůstají buď bezprostředně v pučivé mycelium nebo jejich vlastní buňky kopulují autogamicky. U jiných druhů je povaha basidií ještě více zastřena. Neslouží již ani funkčně jako basidie (neboť redukční dělení se odehrává jen v chlamydospoře) a ani morfologicky nejsou zřetelně vytvořeny jako basidie, nýbrž nabyly charakteru vedlejší rozmnožovací formy; degenerací svých basidií tedy klesly *Ustilaginaceae* daleko pod úroveň rzí.

Přehled rodů

1. Chlamydospory jednotlivé.
   a) Promycelium 1—5buněčné, sporidie na vrcholu i u přepážek.
      α) Obalná blána, která obklopuje chlamydospory, je složena jen z pletiva hostitele. Kolumella schází.
      Ustilago

      β) Obalná blána, která obklopuje chlamydospory, je tvořena myceliem sněti i pletivem hostitele. Kolumella se vyskytuje (kolumella je sloupek, který se vyskytuje v útvaru, ve kterém vznikají chlamydospory; je složena z pletiva hostitele nebo z mycelia sněti).
      Sphacelotheca

   b) Promycelium dvoubuněčné, obě buňky tvoří na konci delší stopečky sporidie.
      Cintractia

   c) Promycelium jednobuněčné, zcela ukryté ve chlamydospoře; sporidie se tvoří z jeho vrcholu.
      Farysia

2. Chlamydospory po dvou.
   Schizonella

3. Chlamydospory více než po dvou v klubíčkách.
   a) Promycelium s konečnými a postranními sporidiemi.
      α) Klubíčka více méně volná, v době nezralosti se zrosolovatělým obalem.
      Sorosporium

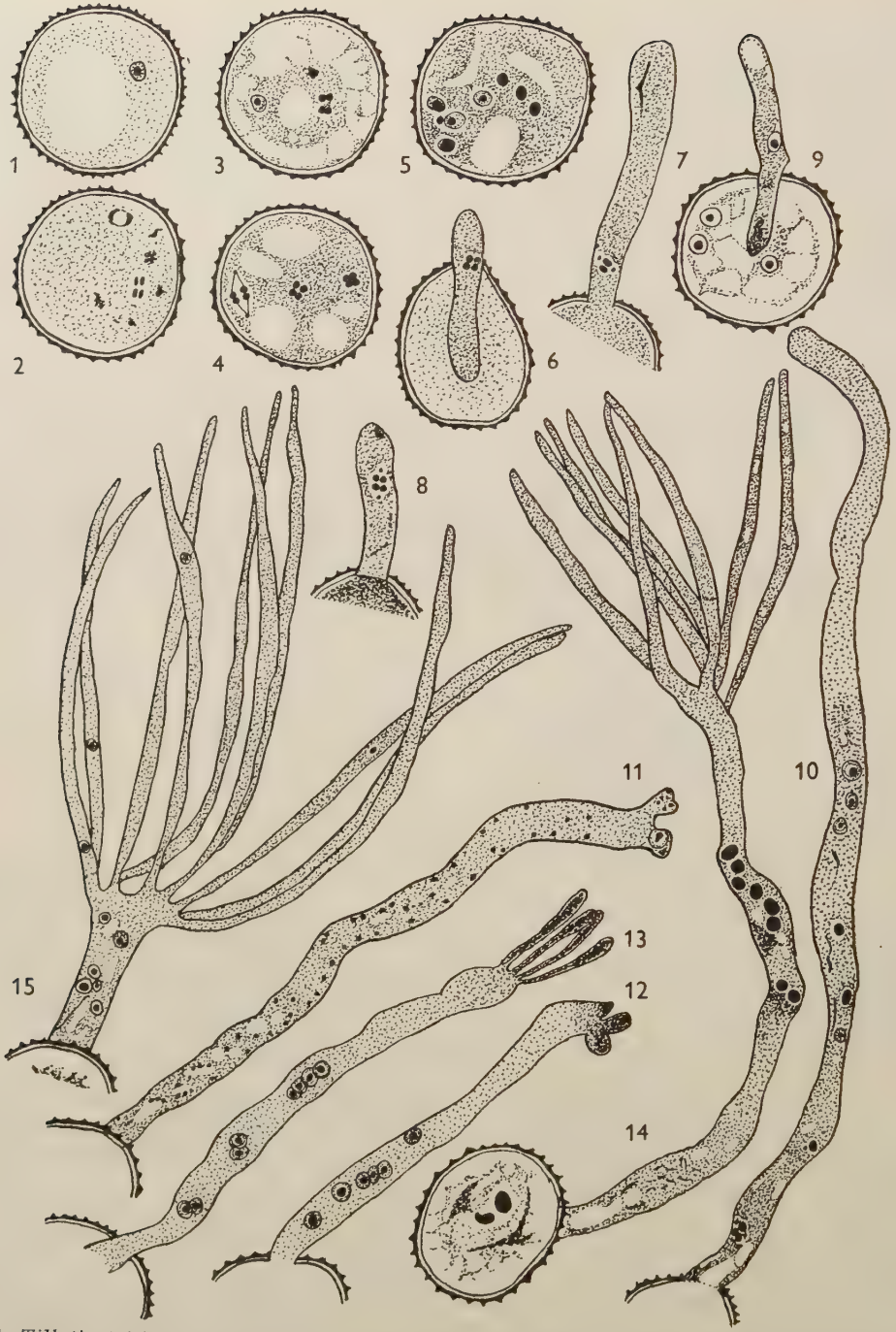
      β) Klubíčka pevná, bez obalu.
      Tolyposporium

   b) Promycelium jednobuněčné s jedinou konečnou sporidií.
      Thecaphora

Tilletiaceae

Promycelium je nedělené a na vrcholu vytváří přeslen sporidií v počtu 4—12 i více (viz obr. 118). Pokud je zatím známo, *Tilletiaceae* patří k diplobiontickému vývojovému pochodu. Celý život těchto hub probíhá v dikaryotické fázi a až na konci nastává karyogamie.

Jako příklad této skupiny uvádíme *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. Podle Wangové (1934) nejvhodnější teplotou pro klíčení chlamydospor je teplota 10—15° C. Chlamydospory klíčí 4 až 5 dní. Délka promycelia je variabilní a závisí na podmínkách kultivace. Někdy se promycelium rozvětvuje, protoplasma a jádra vnikají do ramen (obr. 122; *1*). Podle Wangové první jaderné dělení nastává ve spoře před vytvořením promycelia (obr. 121; *1—5*) nebo před vniknutím jádra do promycelia; první případ je častější. Jádro chlamydospory se zpravidla dělí 3krát a vznikne 8 haploidních



121. *Tilletia tritici*. *1*. Chlamydospora s diploidním jádrem v klidu. 2—5jaderné dělení v chlamydospoře před klíčením. *6—8*. stadium první mitosy ve vláknu promycelia. *9—10*. promyceliová vlákna. *11—12*. tvorba výrůstků na vrcholu promycelia. *13—15*. vývoj sporidií. Podle Wang 1934

jader. První dělení je redukční, další jsou equační. Počet jader odpovídá obyčejně počtu sporidií, ale může být i vyšší. Sporidie vznikají na vrcholu promycelia a mají tvar jehlic. V mladém stavu je jejich protoplasma husté a homogenní, později jsou vakuolisovány. Sporidie se tvoří na konci vidlicovitých výrůstků promycelia nebo někdy přímo na promyceliu. Primární sporidie mohou produkovat sporidie sekundární, které se liší od nich tím, že jsou kratší a širší a více nebo méně zakřivené.

Sporidie opačného pohlaví kopulují, buď pokud ještě sedí na promyceliu, nebo krátce potom, když z něho odpadnou. Spojení mezi nimi se děje malým můstkem. Jádro a plasma jedné sporidie vputuje do druhé. Kopulací vzniká dvoujaderná sporidie, jež vzrůstá za konjugačního dělení jader ve dvoujaderné mycelium, které odškrcuje dvoujaderné konidie. Tyto konidie

122. *Tilletia tritici*. *1.* Rozvětvené promycelium. *2—4.* Kopulační můstky mezi sporidiemi. *5.* Klíčení sporidie. *6.* Vznik sekundární sporidie ze sporidie primární. *7.* Spájení mezi sekundárními sporidiemi. *8.* Pučení sekundární sporidie.
Podle Wangové 1934

mohou opět vyrůstat v mycelia, která konečně vnikají do jemných pletiv klíčících rostlinek.

U některých druhů čeledi *Tilletiaceae, např. u Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint., *Urocystis cepulae* Frost., *Entyloma calendulae* (And.) de By, dochází u určitých ras k poruchám ve vývoji a tyto sněti zůstávají po celý život v haploidním stavu podobně jako někteří zástupci čeledi *Ustilaginaceae.*

U *Tilletiaceae* podtrhuje Gäumann (1949), že vegetativní tělo je v saprofytické fázi svého života často vyvinuté jako pravé mycelium (nikoliv jako pučivé mycelium u četných zástupců čeledi *Ustilaginaceae*) a tvoří pravé konidie, jež se aktivně odmršťují. Z hlediska morfologie je těžko vysvětlit povahu promycelia a sporidií u čeledi *Tilletiaceae.*

Přehled rodů

1. Chlamydospory jsou vytvářeny jednotlivě.
   a) Sporidií 30—50 i více, na konci promycelia jsou seskupeny v hlavičku.
      Neovossia
   b) Sporidií je 4—12, vznikají na konci promycelia v přeslenu.
      α) Chlamydospory tmavé, prášivé, v semenících nebo proužkovitě v listech.
         Tilletia
      β) Chlamydospory tmavé, v nádorcích nebo v rozsáhlých ztlustlinách, v listech, lodyhách.
         Melanotaenium
      γ) Chlamydospory obyčejně světle zbarvené, v pletivu v hnízdech uzavřené.
         Entyloma
      δ) Chlamydospory světlé, v kořenech nádorkovitě naduřelých.
         Entorrhiza
2. Chlamydospory nejsou jednotlivé, nýbrž pospojované.
   a) Chlamydospory po dvou.
      Schroeteria
   b) Chlamydospory seskupené ve větším počtu.
      α) Zralé sori prášivé.
         †) Bez zvláštní konidiové formy.
            Tuburcinia
         †) Se zvláštní konidiovou formou.
            Ginanniella
      β) Sori pevné.
         †) Klubíčka chlamydospor zevně obdána sterilními buňkami (vedlejšími výtrusy), jež tvoří pevný jednotvárný obal.
            Doassansia
         †) Klubíčko je složeno na povrchu z fertilních chlamydospor, uvnitř kterých jsou sterilní buňky a celá klubíčka jsou obdána spletí myceliových vláken.
            Doassansiopsis

Poznámka: fertilní chlamydospory jsou zevně v jedné vrstvě a uvnitř je síť myceliových vláken.

Tracya

FUNGI IMPERFECTI

(*Deuteromycetes* — Houby nedokonalé)

Přirozený systém hub, který byl probírán, je založen na vývojovém pochodu hub a na jejich pohlavních fruktifikacích („hlavní rozmnožovací stadia", „vyšší rozmnožovací stadia"). U mnohých hub však známe jen jejich vedlejší rozmnožovací stadia (hlavně konidiová). Je to způsobeno tím, že se tato stadia vyskytují odděleně od hlavního rozmnožovacího stadia nebo tím, že se snad ani hlavní rozmnožovací stadium netvoří. Tyto houby s vedlejším rozmnožováním musí být z praktických důvodů nějak pojmenovány a musí se nějakým způsobem určovat. Proto byl pro ně vytvořen umělý systém hub nedokonalých. Jejich „rody" a „čeledě" nevyjadřují přirozenou příbuznost, nýbrž jen morfologickou podobu; jsou to skupiny, do kterých dáváme sice organismy podobné, avšak tyto organismy mohou být svým původem heterogenní. Vedlejší rozmnožovací stadia se např. dávají do jednoho rodu, ale např. vřeckatá stadia tohoto „rodu" patří různým rodům. Např. rod *Fusarium* je rod nedokonalých hub ze skupiny *Hyphomycetes*, který se vyznačuje srpovitými konidiemi. Zástupci rodu *Fusarium* patří k různým vřeckatým rodům *Nectria, Calonectria, Giberella, Hypomyces* a u některých zástupců rodu *Fusarium* nejsou známa vřeckatá stadia. I když u rodu *Fusarium* namnoze již vřeckatá stadia známe, v mnohých monografiích se tato skupina hub zpracovává jako skupina hub nedokonalých, aby bylo možno určit vedlejší rozmnožovací stadia; je tomu tak tím spíše, že se hlavní rozmnožovací stadium dá mnohdy velmi těžko získat.

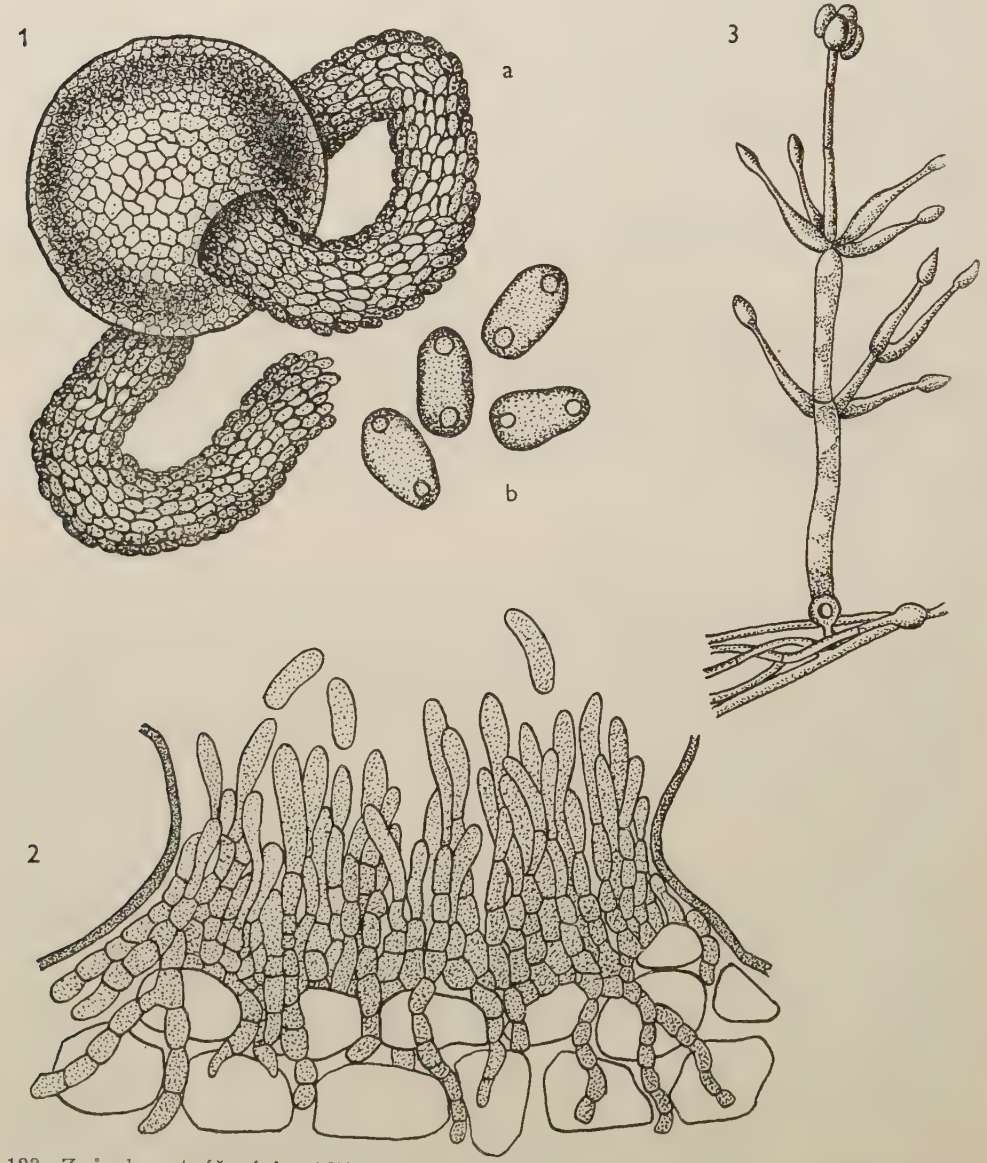
Systém hub nedokonalých se zakládá podle Saccardova dělení na způsobech vytváření konidií (obr. 123). Podle Saccarda se rozlišují tři hlavní skupiny hub nedokonalých; *Hyphomycetes, Melanconiales* a *Sphaeropsidales*. *Hyphomycetes* se vyznačují tím, že konidiofory vznikají jednotlivě nebo jsou nejvýše spojeny v koremia. U *Melanconiales* se konidiofory vytvářejí ve stromatických lůžkách (acervuli) a u *Sphaeropsidales* v pyknidách nebo v komůrkovitých dutinkách. Houby nedokonalé, u kterých nejsou známy žádné konidie, nýbrž jen mycelia s rozmnožováním oidiemi, chlamydosporami, gemami apod. se zařazují do zvláštní skupiny *Mycelia sterilia*.

Předpokládá se, že značná část hub nedokonalých jsou jen houby nedokonale známé, houby, u kterých není známo vyšší rozmnožovací stadium. Poznat souvislost mezi jednotlivými fruktifikačními stadii je jedna z nejdůležitějších a nejzajímavějších úloh mykologie. Sled jednotlivých stadií je velmi propracován u rzí, kde změna fruktifikace souvisí se změnou hostitele. Obligátně parasitní rzi umožňují poměrně snadné experimentování při používání živých hostitelů; ze sledu jednotlivých fruktifikací parasita, který je často u rzí specialisován jen na určité hostitele, se dá usuzovat na jejich vzájemnou souvislost.

Řešení problému souvislosti mezi jednotlivými fruktifikačními stadii má rovněž velký význam pro znalost chorob rostlin. Případy, kdy se např. vřeckaté plodnice vyskytují jako bezprostřední původci chorob, jsou poměrně řídké. Mnohé choroby jsou naproti tomu způsobeny houbami nedokonalými. Vřeckaté plodnice se u těchto chorob objevují teprve na roz-

kládajících se zbytcích ochuravělých orgánů a často po zimním klidu vyvolávají první nové infekce.

Saprofytní způsob života většiny hub vřeckatých, ke kterým, jak se předpokládá, patří většina hub nedokonalých, a okolnost, že parasiti pokračují ve svém vývoji na přirozených substrátech saprofytně, nedovoluje



123. Způsob vytváření konidií hub nedokonalých. *1. Shäeropsidales — Phoma* sp.; a — pyknida, b — pyknospory (podle Herschel z Mühle 1954). *2. Melanconiales — Gloesporium* sp. (podle Franka z Mühle 1954). *3. Hyphomycetes — Verticillium alboatrum* (podle Reinke a Bertholda z Mühle 1954).

provést pokusy, podle nichž by se přímo v přírodě ze sledu různých fruktifikací mohla zjistit jejich vzájemná vývojová souvislost, nebo je dosažený závěr velmi nejistý. Jen málokdy se na mrtvých částech, na kterých je hledáno určité fruktifikační stadium, nalezne jen toto stadium; vyskytují se tu i jiné houby. Proto údaje starších badatelů, kteří zkoumali tento problém jen v přirozených podmínkách, jsou velmi nejisté. Zkoumání bylo podstatně zlepšeno používáním čistých kultur.

Podle dosavadních výsledků se může říci, že ve vývojovém pochodu četných hub vřeckatých se vyskytují houby nedokonalé jako vedlejší rozmnožovací stadia. Zda ke každé houbě nedokonalé patří houba vřeckatá nebo jiné vyšší fruktifikační stadium, je naopak otázka, která se nedá s určitostí zodpovědět. I když se podle dosavadních zkušeností zdá, že mnohé houby nevytvářejí vyšší fruktifikační stadium, bylo by již předčasné tyto houby sjednotit v samostatnou třídu, která by byla rovnocenná ostatním třídám hub.

Ačkoliv se houby nedokonalé dělí na tři hlavní skupiny podle způsobu vytváření konidií (*Hyphomycetes, Melanconiales, Sphaeropsidales*), tímto dělením není dáno jednoznačné určení všech druhů hub nedokonalých. Ukázalo se totiž, že ve vývojovém pochodu jedné a téže houby se mohou vyskytovat stadia ze všech skupin hub nedokonalých, stadia, která byla popsána jako různé druhy a rody a byla zařazena do různých skupin systému hub nedokonalých. Příkladem toho jsou konidiová stadia *Gnomonia veneta* (Sacc. et Speg.) Kleb., která byla popsána v řádu *Diaporthales*. U tohoto druhu vznikají na listech konidiová lůžka typu *Gloeosporium* a na větvích se tvoří pod lenticelami pyknidy s málo výraznou stěnou (*Discula*); konečně na přezimujících listech se vyvíjejí velké nepravidelné pyknidy s tmavou stěnou (*Fusicoccum, Sporonema*). K tomu přistupuje čtvrtý typ, který se vyskytuje jen v čistých kulturách a u kterého se konidie tvoří na volných hyfách. Podle uvedených znaků se houby nedokonalé rozlišují právě na *Melanconiales, Sphaeropsidales, Hyphomycetes*. I když upustíme od hyphomycetového stadia jako od stadia, jež je umělým produktem čistých kultur, zůstane skutečností, že konidiová stadia, která byla dosud popisována jako samostatné druhy a která se částečně zařazovala do *Melanconiales* (*Gloeosporium*), částečně do *Sphaeropsidales* (*Discula, Sporonema*), patří do vývojového cyklu jednoho a téhož druhu. Z toho vyplývá, že rozhodující znaky hlavních skupin hub nedokonalých nestačí v daném případě zdůvodnit druhové rozdíly. Avšak ani dnes ještě není možno dosavadní systém hub nedokonalých nahradit systémem podstatně lepším. Z tohoto příkladu dále plyne, že není pouze úkolem k vedlejším rozmnožovacím stadiím hledat hlavní (vyšší) stadia, nýbrž že je nutno hledat i souvislosti mezi jednotlivými stadii hub nedokonalých.

Literatura

Aderhold R.: Die Fusicladien unserer Obstbäume. Landwirtsch. Jb. 25: 875—914, 1896.

Allen F. R.: A cytological study of heterothallism in *Puccinia sorghi*. J. agric. Res. 49: 1047—1068, 1934.

Allen F. R.: A cytological study of *Erysiphe polygoni* on *Delphinium*. J. agric. Res. 53: 1936. Podle Gäumanna 1949.

Arens K.: Untersuchungen über die Keimung und Zytologie der Oosporen von *Plasmopara viticola*. Jb. wiss. Bot. 70: 57—92, 1929. Podle Săvulesca 1941.

Arx A. von: Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Mycosphaerella.* Sydowia 3: 28 až 100, 1949.
Banks J.: A short account of the cause of the disease in corn, called by farmers the blight, the mildew and the rust. London 1805. Podle Lehmanna et al. 1937.
Banks J.: An account of the mildew. Ann. Agric. 43: 514—527, 1805. Podle Lehmanna et al. 1937.
Bary de A.: Eurotium, Erysiphe, Cicinnobolus Abh. der Senckenberg. Natur. Gesellschaft 7: 361, 1871. Podle Blumera 1933.
Bary de A.: Untersuchungen über die Brandpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Pflanzen mit Rücksicht auf das Getreide und andere Nutzpflanzen. Berlin 1853. Podle Lehmanna et al. 1937.
Bary de A.: Über den Getreiderost. Annalen d. Landw. i. d. Kgl. Preuss. Staaten 45: 148, 1865. Podle Lehmanna et al. 1937.
Bary de A.: Neue Untersuchungen über Uredineen. Monatsber. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. Berlin. Sitzber. 19. April 1866, S. 211. — Ann. Sci nat., Sér. 5, 1866, 5 S. 262. Podle: Lehmann et al. 1937.
Bary De A.: Neue Untersuchungen über die Uredineen, insbesondere die Entwicklung der *Puccinia graminis* und den Zusammenhang derselben mit *Aecidium berberidis.* Monatsber. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. Berlin. Sitzgber. 12: 15—50, 1865.
Baudyš E.: Ein Beitrag zur Überwinterung der Rostpilze durch Uredo. Ann. mycol. 11: 30—43, 1913.
Baudyš E.: Přezimování rezů výtrusy letními v Čechách. Předběžné sdělení. Zemědělský archiv 2: 659—671, 1911.
Baudyš E.: Několik poznámek o rzi žitné a plevové. Zemědělské zprávy úředního věstníku českého odboru rady zemědělské pro království České č. 1, 1913.
Bayer Aug.: Monografická studie středoevropských druhů čeledi *Sordariaceae.* Práce Mor. přír. společnosti, svazek I, spis 3, 1924, Signatura F 3.
Bergmann Bengt: Zytologische Studien über die Befruchtung und Askokarpbildung bei *Sphaerotheca Castagnei* Lév. Svensk bot. Tidskr. 35: 194—210, 1941.
Bessey A. E.: Morphology and taxomony of Fungi. Philadelphia 1951.
Blackmann V. H.: On the fertilisation, alternation of generations and general cytology of the Uredineae. Ann. Bot. 18: 323—373, 1904. Podle Lehmanna et al. 1937.
Blackman a Welsford: The developement of the Perithecium of *Polystigma rubrum.* Ann. Bot. 26: 761—767, 1912. Podle Nienburga 1914.
Blaskeslee A. F.: Sexual reproduction in the Mucorineae. Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 40: 205—319. 1904. Podle Greise 1943.
Blumer S.: Die Erysiphaceen Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz 7 (1): 1—483, 1933.
Brefeld O.: Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. I. Heft Zygomyceten. Leipzig 1872.
Brefeld O.: Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. II. Heft. Die Entwicklungsgeschichte von *Penicillium.* Leipzig 1874.
Brefeld O.: Untersuchungen aus dem Gebiete Gesamtgebiete der Mykologie. Leipzig u. Münster i. W. VII. 1888: Basidiomyzeten II.-VIII. 1889: Basidiomyzeten III. Podle Lehmanna et al. 1937.
Brown W. H.: Nuclear phenomena in *Pyronema confluens.* In John Hopkins Univ. Circular 28, 1909. Podle Greise 1943.
Bubák Fr.: Houby české. Díl I. Rezy (*Uredinales*). Praha 1906. Archiv pro přírodovědecké prozkoumávání Čech. Sv. 13, č. 5.
Bubák Fr.: Houby české. Díl II. Sněti (*Hemibasidii*). Praha 1912. Archiv pro přírodovědecký výzkum Čech. Sv. 15, č. 3.
Buchheim A. a *Orlowa-Borissova E. J.:* Zur Biologie der Erysiphaceen. Morbi plantarum Nr. 1—2: 26—31, 1928. Podle Blumera 1933.
Büren Günther: Die schweizerischen Protomycetaceen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entwicklungsgeschichte und Biologie. Beitr. Kryptogamenfl. Schwiez 5, Heft 1, 1915.
Büren Günther: Weitere Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Biologie der Protomycetaceen. Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz 5, Heft 3, 1922.
Burgeff H.: Unters. über Sexualität u. Parasitismus b. Mucorineen I. Bot. Abh. herausg. v. k. Goebel. 4, 1924. Podle Greise 1943.
Carleton M. A.: U. S. Dep. of Agr., Bur. Plant Industry, Bull. 63, 1904. Podle Klebahna 1914.
Cejp K.: Monografie Hydnaceí ČSR. Praha 1928.

Cejp K.: Revise středoevropských druhů skupiny Mycena - Omphalia se zvláštním zřetelem k druhům československým. Monografická studie. Díl I (část všeobecná), 1929, č. 98. Díl II, 1929, č. 100, část 1. Omphalia, Delicatula; část 2. Mycena, Pseudomycena, 1930, č. 104. Spisy vydávané přírodovědeckou fakultou Karlovy university.
Cejp K.: Omphalia (Fr.) Quél. Kalichovka. Atlas hub evropských, Praha 1936.
Cejp K.: Houby I., Praha 1957.
Ciferri R.: Ustilaginales. Flora italica cryptogama. Pars I, Fungi, Fascicolo N. 17, 1938.
Claussen P.: Zur Entwicklungsgeschichte d. Ascomyceten, *Pyronema confluens.* Zeitschrift für Botanik 4: 1—64, 1912. Podle Gäumanna 1926, 1949, Greise 1943.
Colson B.: Ann. Bot. N. S. 2: 381—402, 1938. Podle Gäumanna 1949.
Cornu M. u. Roze: Compt. Rend. Acad. Sci. 80: 1464—1468, 1875. Podle Lehmanna et al. 1937.
Craigie J. H.: Discovery of the function of the pycnia of the rust fungi. Nature 120: 765—767, 1927. Podle Lehmanna et al. 1937.
Craigie J. H.: Experiments on sex in rust fungi. Nature 120: 116—117, 1927. Podle Lehmanna et al. 1927.
Dangeard P. A.: Second mémoire sur la reproduction sexuelle des ascomycetes. Le Botaniste 5: 245—285, 1897. Podle Blumera 1933.
Dangeard P. A.: L'originedu péritéce chez les Ascomycètes, in Le Botanist 10, 1907. Podle Greise 1943.
Dietel P.: Uredinales. Engler-Prantl: Dir natürlichen Pflanzenfamilien. 6. Band-Eumycetes, Basidiomycetes. II. Aufl. Leipzig 1928.
Dietel P.: Ustilaginales. Engler-Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien. 6. Band - Eumycetes, Basidiomycetes. II. Aufl. Leipzig 1928.
Eftimiu P. et *Kharbush S.:* Le développement des peritheces et le phénomène de la réduction chromatique chez les Erysiphacees. Le Botaniste 20: 157—208, 1928. Podle Gäumanna 1949.
Fisch C.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger Ascomyceten. Bot. Zeitg. 40, 1882.
Fleischer S.: Über den Einfluss der Berberitzen (Erbselen) auf das Getreide. Wochenbl. f. Land- u. Forstwirtsch. Nr. 5: 21—24, Nr. 6: 25—28, 1864. Podle Lehmanna et al. 1937.
Foex Et.: Les „Fibrosin-Körper" de Zoft et leurs relations avec les corpuscules métachromatiques. C - R. Acad. Sci. Paris 155: 661, 1912. Podle Blumera 1933.
Foex Et.: Recherches sur Oidiopsis taurica. Bull. Soc. Mycol. France, 29: 1—12, 1913. Podle Blumera 1933.
Foex Et.: Quelques mots sur les Erysiphacées. Rev. Path. vég. et entomol. agr. 12: 65—73, 1925. Podle Blumera 1933.
Foex Et.: Note sur *Erysiphe graminis* DC. Bull. Soc. Myc. France 40: 166—176, 1924.
Foex Et.: Notes sur les Erysiphées. Bull. Soc. Myc. France 40: 1—8, 1925. Podle Blumera 1925.
Frank: Über einige neue oder weniger bekannte Pflanzenkrankheiten. Ber. d. d. bot. Ges. 1: 58, 1883. Podle Nienburga 1914.
Gäumann E.: Vergleichende Morphologie der Pilze. Jena 1926.
Gäumann E.: Neue Erfahrungen über die Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. Sammelreferat. Zeitschrift für Botanik 35: 433—513, 1940.
Gäumann E.: Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1946.
Gäumann E.: Die Pilze. Grundzüge ihrer Entwicklungsgeschichte und Morfologie. Basel 1949.
Giesenhagen K.: Die Entwickelungreihen der parasitischen Eäoascaceen. Flora oder Allgemeine botanische Zeitung 81: 267—361, 1895.
Giesenhagen K.: Taphrina, Exoascus und *Magnusiella.* Botanische Zeitung 59, 1. Abt.: 115—142, 1901.
Gmelin J. F.: Caroli a Linné, Systema naturae. Leipzig 1791. Podle Lehmanna et al. 1937.
Gregory C. T.: Spore germination and infektion with *Plasmopara viticola.* Phytopathology 2: 235—249, 1912. Podle Săvulesca 1941.
Greis H.: Eumycetes. Allgemeiner Teil. Bau, Entwicklung und Lebensweise der Pilze. Engler Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd 5a I. Leipzig 1943.
Gwynne Vaughan H. C. I. a *Williamson H. S.:* Contributions to the study of *Pyronema confluens.* Ann. of Bot. 45, 1931. Podle Greise 1943.

Hammarlund C.: Zur Genetik, Biologie und Physiologie einiger Erysiphaceen. Hereditas 6: 1—126, 1925. Podle Blumera 1933.
Hanna W. F.: Nuclear associating in the aecium of P. gr. Nature 124: 267, 1929.
Herink J.: Otravy houbami. V knize: Pelnář: Patologie a terapie nemocí vnitřních, díl III., svazek 2. (klinická toxikologie).
Hilitzer A.: Monografická studie o českých druzích řádu Hysteriales a o sypavkách jimi působených. Praha 1929.
Höhnel von Fr.: System der Diaportheen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 35: 631—638, 1917.
Chaudefaud M.: Rev. de Mycol. 7: 57—88, 1942. Podle Gäumanna 1949.
Christman A. H.: Sexual reproduction in the rusts. Bot. Gaz. 39: 267—275, 1905. Podle Lehmanna et al. 1937.
Istvánffi v. G. et Pálinkás G.: Etudes sur le mildiou la vigne. Ann. Inst. centr. ampélog. roy. hongr. 4, 1913. Podle Sävulesca 1941.
Jacquin N. J.: Collectanea ad botanicam, chemiam et historiam naturalem spectantia. Wien 1786. Podle Lehmanna et al. 1937.
Jaczewski v. A.: Studien über das Verhalten des Schwarzrostes des Getreides in Russland. Ztchr. Pflanzenkrht. 20: 321—359, 1910. Podle Lehmanna et al. 1937.
Juel H. O.: Cytologische Pilzstudien. II. Zur Kenntnis einiger Exoascaceen. Nova acta regiae societatis scientiarum Upsaliensis. Ser. IV., vol. 517, 1921. Podle Wiebena 1927.
Kavina K.: Anatomie dřeva. Publikace ministerstva zemědělství ČSR, roč. 1932, č. 81.
Keitt G. W. and *Palmiter D. H.:* Heterothallism and variability in *Venturia inaequalis.* American journal of Botany 25: 338—345, 1938.
Killermann S.: Unterklasse *Eubasidii.* Reihe *Hymenomyceteae.* (Unterreihen *Tremellineae* und *Hymenomycetinae.*) V knize Engler - Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig 1928.
Killian Ch.: Sur la Sexualité de l'Ergot de Seigle, le *Claviceps purpurea* (Tulasne). Bulletin de la Société mycologique de France 35: 182—197, 1919.
Killian K.: Über die Sexualität von *Venturia inaequalis* (Cooke) Ad. Zeitschrift für Botanik 9: 353—398, 1917.
Klebahn H.: Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904.
Klebahn H.: Untersuchungen über einige *Fungi imperfecti* und die zugehörigen Ascomycetenform. I. II. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 41: 485—560, 1905.
Klebahn H.: Uredineen. Pilze III., Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Leipzig 1914.
Klebahn H.: Haupt- und Nebenfruchtformen der Ascomyzeten. Erster Teil. Eigene Untersuchungen. Leipzig 1918.
Klika J.: Einige Bemerkungen über die Biologie des Mehltaus. Ann. Mycol. 20: 74 až 80, 1922.
Klika J.: Monografie českých padlí. Masarykova akademie práce. Praha 1924.
Klebahn H.: Methoden der Pilzinfektion. Herausgegeb. von Dr. E. Abderhalden. Abt. XI, Methoden zur Erforschung der Leistung des Pflanzenorganismus, Teil 1, Heft 5. Berlin, Wien 1923.
Kniep H.: Die Sexualität der niederen Pflanzen. Jena 1928.
Kobel F.: Die zytologischen u. genetischen Voraussetzungen für die Immunitätszüchtung der Rebe. Der Züchter 1: 197—202, 1930. Podle Sävulesca, 1941.
Kutsomitopulos: Sitzungsberichte d. phys. med. Soc. z. Erlangen. 15, 1883, II. S. 30. Podle Wiebena 1927.
Langeron M. - Vanbreuseghen R.: Précis de mycologie (mycologie générale, mycologie humaine et animale, techniques). Paris 1952.
Lehmann E., Kummer H., Dannenmann H.: Der Schwarzrost, seine Geschichte, seine Biologie und seine Bekämpfung in der Verbindung mit der Berberitzenfrage. München, Berlin 1937.
Léveillé J. H.: Organisation et disposition méthodique des espéces qui composent le genre Erysiphe. Ann. Sci. Nat. 3e série 15: 109—179, 1851. Podle Blumera 1933.
Likhité V.: Rev. gén. Bot. 38: 1926. Podle Gäumanna 1949.
Liro Ivar J.: Die Ustilagineen Finnlands I. Annales academiae scientiarum Fennicae. Serie A. Tom XVII, No 1. Helsinki 1924.
Liro Ivar J.: Die Ustilagineen Finnlands. II. Helsinki 1935—1938. Annales Academiae scientiarum Fennicae. Ser. A. Tom. XLII.
Melzer V.: Atlas holubinek. Praha 1945.
Meyen F.: Pflanzen-Pathologie. Berlin 1841. Podle Lehmann et al. 1841.
Millardet A.: Essai sur le mildiou. Bordeaux 1882. Podle Sävulesca 1941.

Millardet A.: Sur le role des spores d'hiver du mildou (*P. viticola* de By.) dans la reinvasion par ce parasite. Mém. Sc. de Bordeaux 5, 24—27, 1883. Podle Săvulesca 1941.
Milovidov P.: Příspěvek k mikroskopicko-morfologickému studiu vývoje námele [*Claviceps purpurea* (Fries) Tul.]. Preslia 26: 415—426, 1954.
Mix A. J.: The life history of *Taphrina deformans.* Phytopathology 26: 41—66, 1936. Podle Gäumanna 1946.
Moesz G.: A Karpat — medence üszöggombai. Budapest 1950.
Moreau F. M. et Mme.: Le développment du périthéce chez quelques Ascomycétes. Revue générale de Botanique 42: 65—98, 1930.
Moreau F.: Les champignons. Encyclopédie mycologique. XXII. Tome I. Paris 1953. XXIII. Tome II. Paris 1954.
Naegeli K.: Botanische Beiträge. Linnaea 16: 280—285, 1842. Podle Blumera 1933.
Neger F. W.: Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Phyllactinia* (nebst einigen argentinischen Erysipheen). Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 17: 235—242, 1899. Podle Blumera 1933.
Neger F. W.: Beiträge zur Biologie der Erysipheen. Flora 88: 333—370, 1901.
Nienburg W.: Zur Entwicklungsgeschichte von *Polystigma rubrum* DC. Zeitschrift für Botanik 6: 369—400, 1914.
Novák Fr.: Systematická botanika. Díl I. Praha 1930. Aventinum.
Palla: Über die Gattung Phyllactinia. Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 17: 64—72, 1899. Podle Blumera 1933.
Paunero Ruiz Elena: Sobre la germinación de las Ascosporas de los Erisifaceas. Boletin de la Real. Soc. Española de Hist. Nat. 27: 316—318, 1927. Podle Blumera 1933.
Picbauer R.: Zeměpisné rozšíření rzí na Moravě se zřetelem k poměrům evropským. Práce Moravské přírodovědecké společnosti. Svazek IV, spis 9, 1927, Signatura: F 41.
Pichi P.: Sulla infezione peronosporica della foglia delle vite. Nuova Rassegna de Viticultura ed Enologia, No. 10, Conegliano 1890. Podle Săvulesca 1941.
Pilát A.: Monographia *Cyphellacearum* Čechosloveniae. Spisy vydávané přírodovědeckou fakultou Karlovy university. Praha, č. 28, č. 29, 1925.
Pilát A.: Monographie der mitteleuropäischen Aleurodiscineen. Annales mycologici 24: 203—230, 1926.
Pilát A.: Monographie der europäischen Stereaceen. Hedwigia 70: 10—132, 1931.
Pilát A.: Československé dřevní houby. I. Stereum Pers. Sbor. československé akademie zemědělské 5: 361—421, 1930.
Pilát A.: Pleurotus Fr. Hlíva. Atlas hub evropských. Praha 1935.
Pilát A.: Polyporaceae. Houby chorošovité. Atlas hub evropských, Praha 1936—1942
Pilát A.: Evropské druhy houževnatců. (*Lentinus* Fr.) Atlas hub evropských. Praha 1946.
Pilát A.: Klíč k určování našich hub hřibovitých a bedlovitých. Praha 1951.
Pilát A. - Ušák O.: Atlas hub. Praha 1952.
Pilát A. - Ušák O.: Naše houby. Praha 1952.
Rajllo: Griby roda fuzarium. Moskva 1950.
Rathay Em.: Über die Hexenbesen der Kirschbäume und über *Exoascus Wiesneri.* Sitzungsber. d. K. K. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Podle Wieben 1927.
Ravaz L.: Le mildiou. Traité général de viticulture. Ière partie, tome III, Montpellier, 1914. Podle Săvulesca 1941.
Raymond J. R.: Contribution à la connaissance cytologique des Ascomycètes. Le Botaniste 26: 371—537, 1934. Podle Gäumanna 1949.
Salmon E. S.: On endophytic adaption shown by *Erysiphe graminis* DC. under cultural conditions (abstr.) Ann. of Bot. 19: 444—446, 1905. Podle Blumera 1933.
Salmon E. S.: A monograph of the *Erysiphaceae.* Mem. Torrey Bot. Club 9: 1—292, 1900.
Sappin - Trouffy P.: Recherches histologiques sur la famille des Urédinées. Le Botaniste 5: 59—244, 1896. Podle Lehmanna et al. 1937.
Săvulescu T.: Mana vitei de vie, studiu monografic. Academia Română, Studii şi cercetări LII, Bucureşti 1941.
Smith G.: The haustoria of the *Erysiphaceae.* Bot. Gaz. 29: 153—184, 1900.
Stahl: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten. Heft 1. Leipzig 1877. Podle Nienburga 1914.
Tandy G.: The Cytology of *Pyronema domesticum* (Sow.) Sacc. Ann. of Bot. 41, 1927. Podle Greise 1943.

Tavel F.: Vergleichende Morphologie der Pilze. Jena 1892.
Theissen F.: Verhandlungen zool. bot. Gesellsch. 1916. Podle Theissena a Sydowa 1918.
Theissen F. a *Sydow H.:* Vorentwürfe zu den *Pseudosphaeriales.* Annales mycologici 16: 1—34, 1918.
Trifonová V.: Die Rotfleckenkrankheit der Pflaume. [Polystigma rubrum (Pers.) DC.]. Phytopathologische Zeitschrift 7: 73—90, 1934.
Tulasne L. R.: Second mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées. Ann. Sci. nat., 4. sér. Bot. T. 2, p. 77—196, 1854. Podle Lehmanna et al. 1937.
Unger F.: Die Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandten Krankheiten der Gewächse. Wien 1833. Podle Lehmanna et al. 1937.
Velenovský J.: České houby. Praha 1920.
Velenovský J.: Monographia Discomycetum Bohemiae. Praha 1934.
Veselý R.: Československé houby. I. lupenaté, Praha 1951. II. chorošovité a další stopkovýtrusé, vřeckaté. Praha 1946.
Wang Tsing Dzung: Contribution a l'étude des Ustilaginées. (Cytologie du parasite et pathologie de la cellule hôte). Le Botaniste, Série 26: 539—672, 1934.
Wieben M.: Die Infektion, die Myzelüberwinterung und die Kopulation bei Exoasceen. Forschungen auf dem Gebiet der Pflanzenkrankheiten und der Immunität im Pflanzenreich 3: 139—176, 1927.
Windt L. G.: Der Berberitzenstrauch, ein Feind des Wintergetreides. Aus Erfahrungen, Versuchen und Zeugnissen. Bückeburg u Hannover, 1806. Podle Lehmanna et al. 1937.
Winge Ö.: Encore le *Sphaerotheca Castagnei* Lév. Bull. Soc. Myc. 27, 1911. Podle Bergmana 1941.
Willdenow C. L.: Grundriss der Kräuterkunde zu Vorlesungen entworfen. Berlin 1805. Podle Lehmanna et al. 1937.
Wildenow C. L.: Bemerkungen über einige Bauchpilze. Beiträge z. Naturkunde von Fr. Weber und M. H. Mohr. Kiel 1805. Podle Lehmanna et al. 1937.
Wollenweber a *Reinking:* Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. Berlin 1935.
Wolf F. A.: Leaft - spot of ash and *Phyllosticta viridis.* Mycologia 31: 258—266, 1933. Podle Arxe 1949.
Wolf A. F. and *Wolf T. Fr.:* The Fungi. Vol. I. 1948. Vol. II. 1949. 2. vyd. New York.
Wolff R.: Beitrag zur Kenntnis der Ustilagineen. Bot. Ztg. 31: 657, 1873. Podle Klebahna 1923.
Zopf W.: Über einen neuen Inhaltskörper in pflanzlichen Zellen. Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 5: 275—281, 1887. Podle Blumera 1933.

LIŠEJNÍKY

Lišejníky (*Lichenes*) jsou komplexní organismy, jejichž vegetativní orgán — stélka neboli thallus — je složena ze dvou různých příslušníků rostlinné říše, z heterotrofní houby a autotrofního řasorostu. Oba organismy žijí společně v úzkém vztahu, který je souhrnně označován jako symbiosa, i když většinou nejde o pravou symbiosu (viz dále). Stélka je převážně tvořena houbovými vlákny (hyfami); je tedy tvar lišejníku určován houbou — kdežto řasové buňky jsou ve stélce rovnoměrně rozptýleny nebo soustředěny ve vrstvě v určité hloubce pod povrchem stélky. Lišejníkové houby patří k houbám vřeckatým, jen několik málo tropických lišejníků je tvořeno houbami stopkovýtrusnými. Řasorosty, jejichž buňky jsou ve stélce označovány jako gonidie, příslušejí k různým skupinám zelených řas (*Chlorophyta*) nebo sinic (*Cyanophyta*).

Soužití řasorostu s houbou je stálé a význačné. Přes svůj zvláštní charakter dvojitých organismů tvoří lišejníky morfologicky i fysiologicky jednotný celek. Vzájemný poměr obou organismů je však rozmanitý. Nejčastěji houbová vlákna obalují gonidie a čerpají z nich organické látky, které samy jako heterotrofní organismy tvořit nemohou; naopak řasovým buňkám umožňují růst na takových místech, kde by nemohly samostatně existovat: chrání je proti nepříznivým činitelům prostředí a poskytují jim vodu a pravděpodobně i minerální roztoky. V takovém případě řasové buňky soužitím přímo netrpí, nejsou však rovnocenným partnerem houbě, pro niž je toto soužití nezbytnou podmínkou, neboť až na malé výjimky nejsou lišejníkové houby schopny samostatné existence; naproti tomu však většina řasorostů může žít zcela volně v přírodě, kdy se u nich vyskytují různé orgány a rozmnožovací stadia, která se v soužití s lišejníkovou houbou nikdy nevytvářejí. U některých lišejníků jsou známy i případy různě silného parasitismu, kdy houbová vlákna usmrcují gonidie a jejich obsah stravují pomocí hyfových výběžků, pronikajících do nitra řasových buněk.

Morfologie a anatomie lišejníkové stélky

Stélka je tvarově neobyčejně rozmanitá. Vcelku možno podle vnějšího vzhledu rozlišovat tři základní typy, spojené mezi sebou nejrozmanitějšími přechody: 1. Typy se stélkou křovitou, složenou z větvených nebo jednoduchých, pentlicovitých nebo oblých částí. Stélka je k podkladu upevněna buď pevně v jednom místě nebo jen zcela volně celou spodní částí. 2. Typy lupenité se stélkou plošnou, k podkladu lehce připevněnou, dorsiventrální. 3. Typy se stélkou korovitou (strupinatou), pevně k podkladu přirostlou nebo někdy částečně nebo úplně v něm skry-

tou. Jako samostatný typ bývají odlišovány lišejníky gelatinosní, jejichž stélka má za vlhka rosolovitou konsistenci.

U rodu *Cladonia* ze základní lupenité nebo šupinovité stélky vyrůstá stélka sekundární, pohárkovitá, nálevkovitá, šidlovitá nebo keříčkovitě větvená, tzv. podetium, na kterém teprve vznikají plodnice. U mnohých cladonií základní stélka brzy zaniká a zůstává pak jen podetium, často nahoře stále dorůstající a dole odumírající.

K podkladu jsou lišejníky upevněny velmi různě. U typů korovitých (strupinatých) je stélka pevně srostlá s podkladem, do kterého často proniká krátkými hyfovými výběžky. Zvláštním typem jsou některé druhy skalní nebo rostoucí na borce, které mají stélku hluboce ponořenou do substrátu (u některých vápencových druhů i 2 cm) a na povrchu vytvářejí pouze plodnice. U typů lupenitých se splétají někdy na spodní straně hyfová vlákna ve svazečky podobné kořínkům, zvané rhiziny. Jejich funkce je přichycovací a snad i vyživovací (přívod vody s minerálními živinami). U jiných lupenitých typů je stélka přirostlá uprostřed „pupkem" nebo je pouze přitisklá spodní stranou k podkladu. Křovité lišejníky přisedají k podkladu zúženou, někdy terčovitě rozšířenou basí více méně na jednom místě. Mnohé křovité druhy leží jen volně na podkladu.

Povrch stélky je hladký, jemně plstnatý, lesklý nebo matný, svraskalý, bradavčitý, dolíčkatý, síťovitý apod. Mladé části stélky se často odlišují strukturou i barvou od starších.

Barva stélky je rozmanitá, často velmi nápadná. Převládá šedá a žlutá, časté jsou též barvy hnědé, zelené, bělavé nebo černé. Za vlhka jsou lišejníky jinak zbarveny než v suchém stavu; po navlhčení proniká zpravidla zelená barva gonidií. U stélek dorsiventrálních je též rozličné zbarvení obou stran. Od stélky se barevně odlišují také terče apothecií, sorály a cephalodia. Časté je též různé ojínění povrchu stélek i terče apothecií. Barva stélky a jejích orgánů je jedním z nejdůležitějších rozlišovacích znaků.

Ve vnitřní stavbě se lišejníková stélka vyznačuje velkou rozmanitostí. Podle rozmístění gonidií jsou stélky homoeomerické, s gonidiemi pravidelně v celé stélce rozptýlenými, a heteromerické, s gonidiemi soustředěnými v souvislou vrstvu v určité hloubce pod povrchem stélky. V posledním případě možno na průřezu lupenitou stélkou rozeznat zřetelně tři vrstvy: Svrchní korovou, složenou z tlustostěnných, ale průhledných hyfových vláken, hustě spletených a bez mezibuněčných prostorů. Pod ní je vrstva gonidiová s buňkami řas nebo sinic, propletenými houbovými vlákny. Nejspodnější a nejmocnější část, vrstva dřeňová, je složena z buněk tenkostěnných s četnými mezibuněčnými prostorami; zpravidla není od zevnějšku oddělena korovou vrstvou, nýbrž přechází ve více méně řídké pletivo, vybíhající ve snopečkovité útvary, rhiziny. Nejmladší okrajové části stélky neobsahují ještě gonidie, které prorůstají do nově narostlé stélky později; tyto mladé části se nazývají prothallus a bývají od ostatní stélky barevně odlišné.

Biologie lišejníků

Rozmnožování lišejníků. V suchém stavu je stélka velmi křehká, snadno lámavá a drobivá. Kterýkoliv úlomek stélky, obsahující gonidie, může za vhodných podmínek vyrůstat v novou samostatnou stélku. Roz-

lamování stélky (fragmentace) vnějšími příčinami (vítr, nárazy padajících větévek, zvěř) je nejčastějším a mnohdy nejúčinnějším vegetativním rozmnožováním lišejníků.

Kromě toho na povrchu stélky vyrůstají rozmanité orgány, přímo sloužící k rozmnožování. U mnohých druhů to jsou drobné, jednoduché nebo větvité výrůstky stélky, cylindrického, šupinkovitého, kyjovitého nebo bradavčitého tvaru, umístěné povětšině na starších částech stélky buď ojediněle nebo nahloučeně. Nazývají se isidie a obsahují vždy též řasové buňky. Za sucha se snadno ulamují, vodou nebo větrem jsou roznášeny po krajině a na vhodném místě, kde jsou pro druh příznivé podmínky, vyrůstají v nové jedince. Tvar, velikost a uspořádání isidií je pro určitý druh stálé.

Jiným velmi účinným rozmnožovacím orgánem jsou drobná, práškovitá tělíska zvaná soredie. Jednotlivá soredie je složena z několika málo řasových buněk, obalených chomáčkem houbových vláken. Soredie se tvoří ve velkém množství buď na celém povrchu stélky (mluvíme pak o „sorediosním" povrchu), nebo je jejich tvorba omezena na určitá místa, od ostatní stélky více méně ohraničená, tzv. sorály. Jejich tvar je rozmanitý; pokud jsou na ploše stélky, jsou nejčastěji okrouhlé nebo eliptické, později mnohdy spolu splývají, nebo jsou umístěny na okrajích laloků, kde opět často splývají v souvislý, tlustý lem. Soredie vznikají uvnitř stélky v ložiskách, kde se hromadí, posléze protrhávají povrch stélky a vysypávají se ven. Větrem a vodou se snadno rozšiřují a na vhodném místě vyrůstají ve stélku. Umístění a tvar, barva a velikost soredií a sorálů jsou důležitými diagnostickými znaky.

Na povrchu stélky nebo ve stélce se tvoří plodnice rozmanité velikosti, tvaru, umístění, barvy apod. U všech našich lišejníků se vyskytují plodnice dvojího typu, v podstatě shodné s plodnicemi hub vřeckatých: apothecium s výtrusným rouškem na povrchu a perithecium s výtrusným rouškem uzavřeným. Apothecia jsou miskovitá, terčovitá, krátce stopkatá, přisedlá nebo zapuštěná do stélky, s okrajem různě utvářeným a terčem zpravidla barevně odlišným od ostatní stélky. Perithecia

124. A. Průřez stélkou *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad. — a) svrchní část korová (stratum corticale); b) gonidiová část (stratum gonidiale); c) spodní dřeňová část (stratum medulare. B. *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad.: řasové buňky, obepnuté houbovými vlákny.

Podle Borneta.

jsou baňkovitého tvaru, ponořená ve stélce a na povrch ústí malým otvorem, jevícím se jako drobná tečka. Na rozdíl od hub jsou lišejníkové plodnice zpravidla vytrvalé, produkující po několik let stále nová vřecka, postupně vrůstající mezi vřecka stará a vyprázdněná. Tvar, barva, rozmístění, velikost a anatomická stavba plodnic patří k nejdůležitějším diagnostickým znakům.

Rozmnožování sporami, jimiž se rozšiřuje pouze houba, je závislé na přítomnosti příslušné řasy v místech, kam byla spora větrem, vodou nebo hmyzem přenesena a kde vyklíčila v houbové vlákno. Ve srovnání se sorediemi a isidiemi, kdy na vzdálená místa se současně dostávají obě složky stélky, je rozmnožování sporami mnohem méně účinné.

U velkého počtu druhů byla konstatována tvorba pyknid s pyknosporami.

Na povrchu stélky některých druhů vyrůstají nápadně odlišné útvary v podobě vyvýšených papilek, ohraničených kuliček, kyjovitých nebo keříčkovitých výrůstků, obsahující řasorosty jiného typu než ostatní stélka. Jsou to tzv. cephalodia, vznikající náhodným stykem stélky s cizí sinicí, která do stélky pronikla a vytvořila novotvar. Cephalodia jsou u některých skupin lišejníků pravidelným zjevem, a tudíž důležitým diagnostickým znakem.

Růst lišejníkové stélky je jednak okrajový nebo vrcholový, jednak interkalární (dělením a dorůstáním buněk pletiv). Jeho rychlost je závislá na specifických vlastnostech druhu a na vnějších podmínkách; vcelku je však růst značně pomalý. Zejména u epifytů a skalních druhů, které jsou po značnou část roku vyschlé, a tudíž v latentním stavu, jsou roční přírůstky jen desetiny milimetru. Nejrychleji rostou stínomilné druhy a druhy horské v prostředí se zvýšenou vzdušnou vlhkostí. Tak byl naměřen maximální roční přírůst u *Cetraria islandica* (L.) Ach. 2,25 cm, u *Peltigera aphthosa* (L.) Willd. 2 cm atd. U našich obecně rozšířených epifytů se pohybuje přírůst kolem několika málo milimetrů ročně. Tak u *Parmelia sulcata* Tayl. asi 2 mm, *Parmelia physodes* (L.) Ach. 2—3 mm. Záleží ovšem mnoho na stanovišti, zvláště vlhkosti během roku. V suchých letech nebývá přírůst téměř žádný.

Výskyt v přírodě a ekologie

Lišejníky rostou na nejrůznějších podkladech, zejména hojně na kůře a borce stromů, ztrouchnivělém dřevě, humusu nebo rašelině, písčité nevápenné půdě a na skalách nejrozmanitějších hornin; nalezneme je též na starých zdech, starém zpracovaném dřevě, doškových střechách atd. Většina druhů pro svůj pomalý růst a značný nárok na světlo neobstojí v konkurenci s vyššími rostlinami. Proto se lišejníky vyskytují nejhojněji na místech s extrémními podmínkami, kde je vyloučena existence jiných rostlin, s výjimkou některých řasorostů a mechorostů. Zde se nejvíce uplatňují zvláštní ekologické vlastnosti lišejníků. Jejich odolnost vůči dlouhotrvajícímu suchu jim umožňuje růst na holých skalách, borce, na písčité půdě, suchých pařezech, suché rašelině atd. a k občasnému růstu jim dostačuje atmosférická vláha, ať již jako déšť nebo mlha. Stejně tak se spokojí s nepatrným množstvím minerálních živin, takže mohou růst na místech téměř sterilních (rašelina, borka, silikátové skály); většině

124a. *1. Parmelia furfuracea* (L.) Ach. — terčovka otrubičná; *2. Parmelia sulcata* Tayl. — terčovka brázditá; *3. Parmelia physodes* (L.) Ach. — terčovka bublinatá; *4. Parmelia saxatilis* (L.) Fr. — terčovka skalní; *5. Evernia prunastri* — větvičník slívový.
Dle Borneta

druhů při tom dostačují minerální živiny, rozpuštěné v dešťové vodě, přijímané celým povrchem stélky. Všechny druhy mají schopnost vytvářet speciální organické kyseliny, kterými některé skalní a kortikolní druhy naleptávají podklad, na němž jsou uchyceny, a mohou pak přijímat rozpustné minerální látky. Tato jejich činnost je významná zejména u skalních druhů, rozrušujících tak povrch skal a připravujících podmínky pro sukcesi vyšších rostlin. Platí to ovšem i o druzích na jiných podkladech, kde se mezi částmi stélky uchycuje humus promíšený minerálním prachem.

Některé druhy rostou na místech bohatých na dusíkaté látky. Tyto tzv. nitrofilní lišejníky se hojně vyskytují v blízkosti lidských příbytků a kolem cest na zdech, stromech, balvanech atd., vystavených stálému usazování zvířeného prachu, obsahujícího dusíkaté látky. Stejně se tyto druhy usazují na vrcholech skal nebo osamělých balvanů, často navštěvovaných ptáky; na povrchu takových míst je hojně nitrátů z ptačích exkrementů. Nitrofilní lišejníky jsou četně zastoupeny zejména v kulturních lesích nížin a pahorkatin a na ovocných stromech v sadech a silničních stromořadích.

Vápencové skály a balvany hostí převážně zástupce strupinatých lišejníků, z nichž většina je přísně na vápenec vázána. Jsou označovány jako kalcifilní. Na silikátových horninách jsou vedle četných typů strupinatých hojně zastoupeny i typy lupenité a keříčkovité, mnohé z nich opět přísně vázány na kyselý podklad — acidifilní druhy. Mnohé z nich jsou hojné současně i na surovém humusu, kyselé minerální půdě nebo na kůře a borce stromů.

Stejně jako povaha substrátu podmiňují výskyt a rozšíření lišejníků určité světelné a s nimi souvisící vlhkostní podmínky. Většina druhů vyžaduje k růstu značně velký světelný požitek; jen některé ze světlomilných druhů při tom mohou růst i na zastíněných místech, kde však nedosahují plné vitality a často vytvářejí odlišné formy.

Kromě několika málo skupin vodních lišejníků většina druhů přijímá vodu jen atmosférickou, a to nejen ve formě deště, ale i jako vodní páru. Všude tam, kde je zvýšená vzdušná vlhkost (údolí potoků a řek, okolí vodních nádrží, vyšší horské polohy atd.), je i bohatší lišejníková vegetace; podle hojnosti epifytních lišejníků můžeme usuzovat na vzdušnou vlhkost místa. Ve vysokých horách, kde mlhy i srážky jsou častější a vydatnější než v pahorkatině a nížině, jsou stromy namnoze hojně obaleny epifyty, které na místech se zvlášť vysokou vzdušnou vlhkostí, jako jsou mrazové kotliny nebo rašeliniště, doslova dusí svého hostitele.

V nížinách a pahorkatinách je druhové bohatství lišejníků mnohem menší než v horách. Zejména v kulturních lesích vymizely četné druhy vlivem holosečí a zavedením smrkových monokultur. Na stromech převládají obecné druhy, ekologicky málo náročné, zpravidla se vyznačující rychlým a snadným šířením.

Systematické třídění lišejníků

Starší systémy jsou založeny na morfologii a anatomii stélky. Podle tvaru se rozlišují lišejníky křovité (*Lichenes thamnoblasti*), lupenité (*Lichenes phylloblasti*), strupinaté (*Lichenes kryoblasti*) a jako zvláštní skupina lišejníky se stélkou za vlhka gelatinosní (*Lichenes gelatinosi*). Podle uspo-

řádání gonidií ve stélce se lišejníky rozdělují na homoeomerické (*Lichenes homoeomerici*) a heteromerické (*Lichenes heteromerici*).

Moderní systémy jsou založeny na stavbě a anatomii plodnic a spor a sestavují lišejníky v souběžné, pravděpodobně vývojové řady. Podle typu spor se rozlišují na dvě hlavní skupiny: *Ascolichenes* — lišejníky tvořené vřeckatými houbami a *Hymenolichenes* — lišejníky tvořené houbami stopkovýtrusnými. Podle typu plodnic se dělí *Ascolichenes* na *Pyrenocarpi* (s peritheciemi) a *Gymnocarpi* (s apotheciemi). Další nižší třídění je na řády a čeledi na základě stejného principu. V lichenologii se nejvíce používá soustavy Zahlbrucknerovy, uvedené v knize: Engler-Pratl, Natürl. Pflanzenfamilien, 8. Band (Lichenes) — 1926.

Lišejníky jako škodlivý činitel pro jiné rostliny

Při posuzování lišejníků jako škodlivého činitele pro jiné rostliny přicházejí v našich zeměpisných šířkách v úvahu pouze druhy epifytní, jejichž substrátem je kůra nebo borka listnatých i jehličnatých stromů. Na otázku, zda lišejníky jsou stromům škodlivé, není možno jednoznačně odpovědět. Souvisí to s okolností, že jejich škodlivé působení, které má hospodářsky důležitý význam, je převážně nepřímé a závislé současně na řadě jiných činitelů biotických a abiotických.

Pokud jde o přímé působení lišejníků na stromovou kůru nebo borku, musíme předpokládat určité mechanické i chemické působení lišejníkové stélky na substrát. Je nepatrné u typů se stélkou keříčkovitou, upevněných více méně v jednom bodě, nebo u typů lupenitých, k podkladu jen volně přitisklých. U strupinatých lišejníků způsobují fysikální a chemické změny nejsvrchnějších vrstev kůry a borky druhy hypophoeodické, se stélkou částečně nebo úplně ponořenou v substrátu. Avšak toto bezprostřední působení na kůru nebo borku sotva může způsobit poškození stromu, jež by stálo za zmínku.

Významná je však škodlivost, jež vzniká druhotnými vlivy, vyplývajícími z přítomnosti lišejníkových porostů na kmenech a větvích stromů. Toto nepřímé působení je vcelku trojího druhu:

1. Nepříznivé vlivy způsobené změněným mikroklimatem při bezprostředním povrchu kůry a borky pod porosty lupenitých nebo keříčkovitých lišejníků. Lišejníky zde působí jako isolační vrstva, ztěžující výměnu plynů mezi pletivy stromu a vnějším prostředím, zejména na tenkých větévkách. Svou schopností zachycovat a hromadit v pletivech velké množství vody způsobují lišejníky dlouhotrvající zavlhčení substrátu a vytvářejí při povrchu kmenů a větví vlhké mikroklima, jež je vhodným prostředím pro vyklíčení a růst rozmanitých spor hub a bakterií, tedy i parasitních.

2. V porostech lupenitých a keříčkovitých lišejníků na stromech nalézají vhodné prostředí a úkryt rozmanité kortikolní a xylofágní druhy hmyzu, mezi nimi i vážní škůdci dřeviny. Tato skutečnost je sadařům dávno známa, i když je některými praktiky popírána; ti zejména poukazují na to, že v lišejníkových porostech žijí i nepřátelé těchto škůdců, kteří jejich škodlivost úměrně zmenšují. Podrobnější pozorování v tomto směru nebyla dosud konána, třebaže jsou dobře známy bohaté a pestré sinusie hmyzu, vázané na speciální mikrostanoviště lišejníkových epifytních porostů.

Ontogenese celé řady kortikolních a xylofágních druhů jsou pod přímým vlivem mikroklimatu těchto porostů.

Na lesních stromech bohatě porostlých lišejníky bývají často zastřeny prvotní symptomy napadení stromu podkorními a xylofágními druhy; mají proto lišejníky význam i z hlediska ochrany lesů.

3. Hustější lišejníkový kryt na dřevinách zasahuje silně do vlhkostních poměrů vzdušního i půdního prostředí dřeviny. Značné množství dešťové vody zachycené v porostech epifytů je ztraceno pro přízemní vegetaci i pro vlastní dřevinu, zejména při krátkodobých deštích. Pro schopnost snadno nasávat i vodní páry odnímají lišejníky korunové sféře stromů značné množství vlhkosti a tím nepříznivě zvyšují transpiraci stromů. Naopak po deštích a vydatných rosách udržují ovzduší dlouhou dobu ve stavu zvýšené vlhkosti a tím opět transpiraci nepříznivě snižují. Jistě s těmito vlhkostními změnami souvisí i tepelné změny nepříznivé pro strom.

Neméně významné je ovlivnění tvorby námrazy a ledovky, která je lišejníkovým krytem na větvích značně zvýšena. Projevuje se to častějším poškozením stromů hustě porostlých lišejníky než u stromů bez epifytů.

Všechny tyto vlivy se škodlivě uplatňují teprve v případech, kdy lišejníky mají vysokou pokryvnost a kdy i na tenkých větvích strom doslova dusí svými stélkami. Velkým množstvím epifytních lišejníků se vyznačují např. stromy v místech, kde je vysoká průměrná vzdušná vlhkost, jež je pro rozvoj lišejníkové vegetace jednou z hlavních podmínek. Tak je tomu např. v horských lesích nebo kolem větších vodních hladin, v hlubokých uzavřených údolích apod. Zpravidla je stav dřevin v těchto místech, zejména pokud jde o lesní dřeviny neodpovídající stanovišti, vlivem nepříznivého prostředí špatný a přírůstky jsou velmi malé, takže lišejníky stačí i při poměrně nepatrném růstu zcela pokrývat i nejtenčí větve a tím špatný stav dřevin ještě více zhoršovat.

Ochrana

Lišejníky jsou neobyčejně citlivé vůči chemickému znečištění. Tak např. v blízkosti měst, kde dešťová voda obsahuje vysoké procento kyselin vlivem trvale vysokého obsahu kouře v ovzduší, lišejníky na stromech buď vůbec chybějí nebo jsou zastoupeny jen ojediněle některými nejotužilejšími druhy, zpravidla v potlačených růstových formách. Proto také u ovocných stromů, řádně ošetřovaných postřikem a vápněním, se s lišejníky nesetkáme. Jinak možno lišejníky snadno odstraňovat mechanicky kartáčováním nebo chemicky jednorázově postřikem koncentrovanou bordeauxskou jíchou nebo kterýmkoliv přípravkem obsahujícím soli kovů, jež jsou vesměs pro lišejníky silným jedem.

Lišejníky na lesních dřevinách se škodlivě projevují jen u stromů již oslabených z jiných příčin. Zpravidla je tomu tak v porostech neodpovídajících druhovou skladbou danému prostředí. Přímé odstraňování lišejníků zde ovšem nepřichází v úvahu a zpravidla jsou tu nutná jiná opatření, spadající do příslušného oboru lesního hospodářství.

Literatura

Barkman J.: On the ecology of cryptogamic epiphytes. — Leiden 1957.
Černohorský Z., Nádvorník J., Servít M.: Klíč k určování lišejníků ČSR I. — Českosl. akad. věd, Praha 1956.
Hilitzer A.: Étude sur la végétation épiphyte de la Bohême. — Spisy přír. fak. Karlovy univ., Praha 1925.
Servít M.: Lišejníky na ovocných a lesních stromech. — Ochrana rostlin 12, č. 3—4, Praha 1932.

PARASITNÍ ROSTLINY JEVNOSNUBNÉ

Parasitismus a poloparasitismus u jevnosnubných

Mezi jevnosnubnými rostlinami jsou skupiny parasitů, kteří se zvláštními přísavkami, haustoriemi, přisávají na jiné rostliny, od nichž berou buď celou výživu, vodu s minerálními látkami a organickou výživu [kokotice (*Cuscuta* sp.), zárazy (*Orobanche* sp.), podbílek (*Lathraea squamaria* L.), hornice (*Tozzia alpina* L.)], nebo jen vodu s minerálními látkami [jmelí (*Viscum album* L.), ochmet (*Loranthus europaeus* L.), lněnka (*Thesium* sp.), kokrhel (*Rhinanthus* sp.), černýš (*Melampyrum* sp.), zdravínek (*Odontites* sp.), světlík (*Euphrasia* sp.), všivec (*Pedicularis* sp.), lepnice (*Bartsia alpina* L.)].

První skupina, úplní parasiti, je bez zeleně listové, a tedy nedovede asimilovat vzdušný kysličník uhličitý. Nepatrné stopy chlorofylu mají zárazy v buňkách žláznatých chloupků a kokotice v celém těle. Kokotice dovedou v nepříznivých obdobích přechodně vytvořit větší množství zeleně listové. U úplných parasitů jsou listy zredukované na drobné šupiny. Všeobecně jsou všechny orgány kromě reprodukčních velmi slabě diferencované.

Druhá skupina, poloparasiti, má normálně vyvinutý asimilační aparát. Jejich haustoria se připojují jen k dřevním cévám hostitele, nikoliv k lýku. Hostitelské kořeny jim nahrazují jen chybějící kořenové vlášení, po případě celý kořenový systém. Parasitismus těchto rostlin je na pohled patrný u jmelí a u ochmetu, ale nikoliv u poloparasitů, kteří vyvíjejí haustoria pod povrchem půdy. Nadzemní části těchto rostlin jsou normálně zelené, takže jejich parasitismus je možno dokázat jen vypreparováním kořenového systému. Poznání parasitismu těchto rostlin je ještě ztíženo tím, že nejsou vázány na úzký kruh hostitelů jako ochmet nebo zárazy.

Haustoria parasitních rostlin jsou orgány, kterými se parasiti přisávají k hostiteli. U všech haustorií je možno rozlišit periferní část, která slouží k přichycení parasita na hostitele, a vnitřní jádro, které proráží k vodivým cévám hostitele. Periferní část často skoro úplně objímá kořen. Středem jádra haustoria se táhne pruh tracheid nebo tracheje s kruhovitými, spirálovitými, síťovitými nebo jinými vyztuženinami, které se připojují na dřevní část hostitele. U úplných parasitů se kromě tracheid vyvinou také sítkovice, které se napojí na sítkovice hostitele. Pletiva hostitele a parasita nesrůstají. Sítkovice kokotic vytvářejí sítková políčka se sítkovicemi hostitele, avšak podle Němce (1944) neodpovídají plasmodesmám parasita plasmodesmy v blanách hostitele. Tracheje jmelí komunikují s cévami hostitele otvory. U zárazy vznikají vlivem parasitního haustoria i v hostitelském pletivu tracheidy, které vytvoří spojení mezi tracheidami parasita a cévami hostitele (Sperlich 1925). Absorpční orgány parasitů mají urči-

tou schopnost výběru živin, v popelu parasitů je více draslíku a kyseliny fosforečné a méně vápníku než v hostiteli (Gäumann 1945 podle Nicoloffa 1923). Vnikání haustoria do pletiv hostitele je buď jen mechanické, nebo je spojeno s enzymatickým rozpouštěním buněk hostitele (např. u kokotice).

Příklad vývoje haustoria kokotice: Lodyha kokotice nejdříve utvoří na straně přivrácené k hostiteli kontaktní plošku z buněk epidermis a z první vrstvy primární kůry dělením a zvětšováním buněk. Pak se z druhé vrstvy primární kůry za součinnosti dalších vrstev vytvoří jádro haustoria, které prorazí kontaktní plochu parasita a epidermis hostitele a pronikne do primární kůry za současného rozpouštění buněk hostitele. Vrcholové buňky jádra haustoria se nazývají iniciály. Tyto iniciály se v pletivu hostitele vakovitě prodlužují a štětičkovitě se rozrůstají do hlubších pletiv. Z nich se diferencují jednak sítkovice, jednak tracheidy. Při rozrůstání enzymaticky rozpouštějí pektinové lamely a celulosu okolních buněk a rozrušují a absorbují jejich obsah.

U lněnky pronikají haustoria do kořenů v několika etapách. V každé etapě vzniká nové jádro haustoria, které prorazí a odsune stranou jádro staré a posune se hlouběji do pletiv hostitele, až se připojí na svazky cévní. Celé haustorium pak má podobu zvonu o několika pláštích.

Způsob života parasitních rostlin

Kokotice. Kokotice (*Cuscuta* sp.) se rozmnožují semeny velkými 0,6 až 2,5 mm, které se u hospodářsky důležitých druhů rozšiřují osivem (v osivu jetele, vojtěšky a lnu). Semena vyklíčí v půdě většinou již v prvním roce, zejména v prvním měsíci po vysetí. Klíčivost si v půdě udržují 2—4 roky, takže při dodržování osevního postupu pochází zaplevelení kokoticí z nečistého osiva. V Degenových pokusech zbylo po 27 měsících v klíčidle u kokotice jetelové (*Cuscuta trifolii* Babingt. et Gibs.) jen 6 % nevyklíčených zdravých semen a u *Cuscuta suaveolens* Ser. po 28 měsících ještě 12,6 % zdravých semen (podle Köhlera 1924). Klíčit mohou i nedozrálá semena. Protože semena kokotic mohou procházet neporušená zažívacím traktem zvířat, je možné i roznášení semen nevyzrálým chlévským hnojem. Semena kokotice povázky [*C. epithymum* (L.) Murr.] byla podle Kotta (1953) po průchodu zažívacím traktem ještě z 12—35 % klíčivá.

Semena kokotic vyklíčí při vysetí nečistého osiva velmi brzo po vzejití jetele. Naše druhy kokotic vyklíčí při teplotě 10—15° C za 5—8 dní (Heinricher 1921). K vyklíčení není nutná přítomnost hostitele.

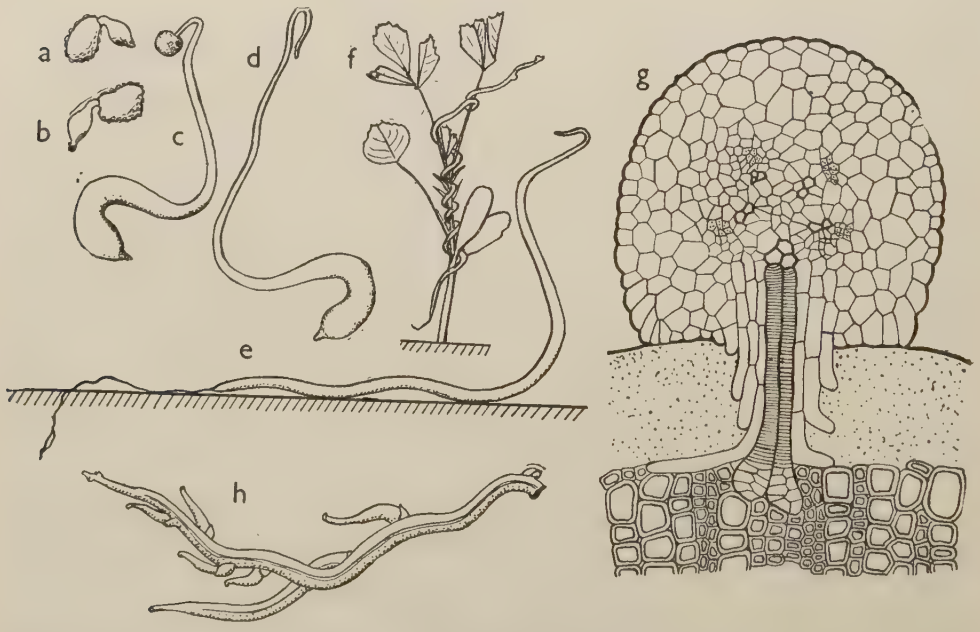
Při klíčení se vysune ze semene zduřelý kořínek, posetý drobnými hrbolky (zredukované kořenové vlásky), kterými se klíček v půdě zakotví. Vrchol lodyžky prorazí pak na světlo a za stálého krouživého pohybu se prodlužuje. Dotkne-li se klíček mladé rostlinné části, ovine se kolem ní 3—5 hustými otáčkami a zapustí haustoria do pletiv hostitele. Starý konec lodyžky s kořenem pak odumře. V dalším růstu parasita se pak střídá vždy několik hustých otáček s haustoriemi s několika volnými, příkřejšími otáčkami bez přísavek. Nenajde-li klíčící rostlina kokotice záhy hostitele, roste určitou dobu dále dopředu za stálého vyprazdňování a odumírání zadního konce lodyhy (obr. 125).

V pokusu Spisarově rostla z hrubosemenných kokotic *Cuscuta gronowii* Willd. sedm týdnů bez hostitele do vzdálenosti 35 cm. *Cuscuta suaveolens* Ser. rostla bez hostitele až čtyři týdny a dosáhla 32 cm, průměrně však jen 10—15 cm. Kott (1953) udává možnost růstu bez hostitele u *C. campestris* Yunck. 13—16 dní, u *C. epilinum* Whe. 15—20 dní. V době klíčení jsou kokotice značně citlivé na sucho. Také vzrostlou kokotici může suché a slunné období po seči jetele silně potlačit. Vlákna kokotic se silně rozvětvují a přecházejí z jedné hostitelské rostliny na druhou, takže v době květu kokotice vznikají v polích celé kruhy, zvětšující se do průměru několika metrů, kde je plodina vyhubena kokoticí. Kott (1953) uvádí podle údajů z Kazachstánu, že *Cuscuta aproximata* Babingt., která 8. června parasitovala na 11 lodyhách vojtěšky, po 35 dnech již byla rozrostlá na 190 lodyhách.

Utržená vlákna kokotic se chovají jako klíčící rostliny. Nemají-li mladý vrchol, kterým by hledaly hostitelské rostliny, založí vedlejší výhonky z úžlabí šupin. Kokotice se může přisát jen na mladé rostlinné části.

Do vykvetení se lodyhy některých druhů drží nízko při zemi, do 3—4 cm [např. *C. trifolii* Babingt. et Gibs., *C. epithymum* (L.) Murr.], jiné však (např. *C. campestris* Yunck.) se ovíjejí již od nejmladších stadií po hostiteli vzhůru a mohou být účinně hubeny nízkým kosením a spásáním ovcemi.

Kokotice obyčejně kvete zároveň s hostitelem. V té době má parasit nejhojnější výživu, zároveň však kvetení a plození parasita znamená pro



125. Kokotice. a, b — klíčení semen *Cuscuta campestris* (orig. Kühn), c, d — mladé rostliny *Cuscuta trifolii* (podle Kocha z Baudyše), e — *Cuscuta europaea*, růst mladé rostliny bez hostitele (z Kultiasova 1953), f — mladá rostlina kokotice na vojtěšce (upraveno podle Kotta 1953), g — haustorium *Cuscuta europaea* (z Kultiasova 1953), h — přezimující vlákno *Cuscuta trifolii* (orig. Kühn).

hostitele největší vysílení. Proto kvete na příklad kokotice jetelová většinou až v druhém roce (Wehsarg 1954). *Cuscuta epilinum* Whe. a *C. suaveolens* Ser. jsou jednoleté, kdežto *C. epithymum* (L.) Murr., *C. trifolii* Babingt. et Gibs. a *C. europaea* L. jsou jednoleté až víceleté. Na podzim se některá jejich vlákna ovíjejí kolem pupenů kořenového krčku hostitele a jsou tahem kořenů vtažena pod povrch půdy, kde přezimují.

Ve výběru hostitele nejsou kokotice vybíravé, zejména ne v mladých stadiích. Z našich druhů je nejvíce specialisovaná kokotice lnová (*C. epilinum* Whe.). Bez lnu jako hlavního hostitele ji bylo možno vypěstovat až do plodu jedině na jeteli červeném a jen jako slabší jedince. Kokotice lnová se však přisává také na plevele rostoucí mezi lnem (Hegi 1931).

126. Přezimující kokotice jetelová na kořenovém krčku vojtěšky. (Orig. Kühn, foto Benada.)

Gertz (1915) zkoušel odolnost různých rostlin proti kokotici Gronowově (*C. gronowii* Willd.) a zjistil, že ochranou proti kokotici byl hladký povrch větví například u dubu, mechanická pletiva u náprstníku, inkrustace kyselinou křemičitou u rákosu, a do určité míry i chemické látky, jako kyselina šťavelová, etherické oleje nebo alkaloidy.

Jako biologické škůdce na kokotici uvádí Kott (1953) jen mšice a na *Cuscuta lupuliformis* Krock. druh luskokazu. Baudyš (1955) uvádí hálky nosatce *Smicronyx jungermanniae* Reich na *Cuscuta europaea* L. a *C. campestris* Yunck. a hálky *Smicronyx coecus* Reich na *C. epithymum* (L.) Murr.

Záraza. Záraza (*Orobanche* sp.) produkuje velké množství semen (např. *Orobanche minor* Sutt. do 100 000) velikosti jen 0,2—0,5 mm, která se velmi lehko roznášejí větrem, nečistým polním nářadím nebo neproleželým hnojem (zažívacím traktem dobytka projdou semena ještě klíčivá). Wehsarg považuje zamoření zárazou za nemoc z nečistoty. Drobná semena se dostanou prosakující dešťovou vodou do půdy, kde vyklíčí jen tehdy, dostanou-li se do blízkosti (blíže 2 mm) kořene hostitele. Semena zárazy zůstanou v půdě klíčivá jen 2—3 roky (Wehsarg 1954). Při klíčení vyroste ze semene morfologicky nediferencované vlákno, které se přiloží na kořen hostitele. Klíček zde vytvoří klínovité haustorium, které pronikne do kořene až k svazkům cévním. Na povrchu hostitelského kořene vytvoří parasit hlízku, na jejíž basi vyroste věnec adventivních kořínků. Každý z těchto kořínků může vytvořit haustorium a novou sekundární hlízu, narazí-li na další kořen hostitele. Hlízka se zvětšuje a v jejím pletivu se ukládá škrob. Když se nahromadí dostatek reservních látek, vyžene hlízka na temeni jeden nebo více květních prýtů. Doba od vyklíčení do květu je

u našich druhů 1—3 měsíce. Odumře-li hostitel, může záraza bez něho žít nejvýše 14 dní.

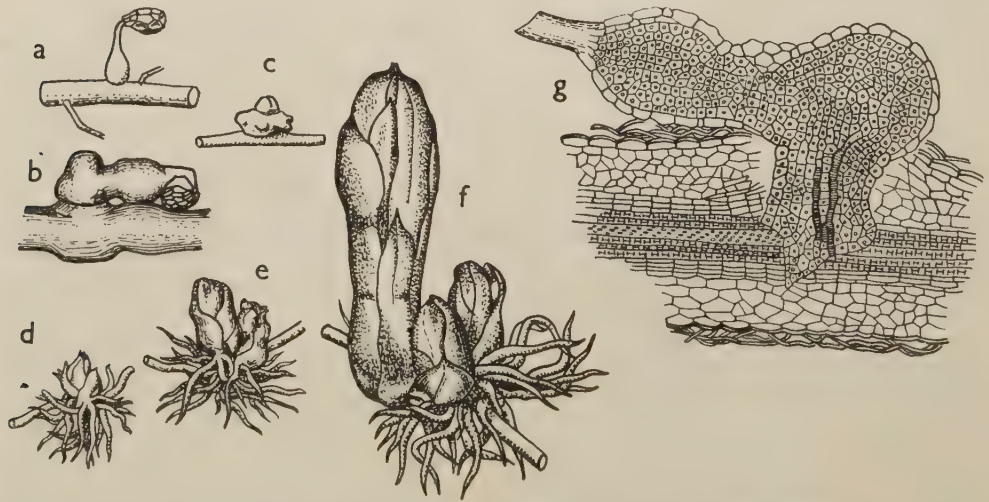
Zárazy jsou značně specialisovaní parasiti. Mohou sice žít na několika druzích hostitelů, ale dobře vyvinuté jedince najdeme vždy jen na určitém druhu hostitelů.

Jako choroby a škůdci záraz se udávají zástupci z rodu *Fusarium*, muška *Phytomyza orobanchica* a blíže neurčené larvy, které v jižnějších zemích žijí na zárazách často masově (Köhler 1924, Kott 1955). Biologicky se proti zárazám bojuje u slunečnice šlechtěním hluboko kořenících sort a u jetele a vojtěšky šlechtěním takových odrůd, které sice vyvolávají masové klíčení semen zárazy, ale na nichž se záraza neujme.

Podbílek. Z úplných parasitů u nás ještě v listnatých lesích roste podbílek šupinatý (*Lathraea squamaria* L.), který žije na kořenech habrů, lísek, olší, buků, topolů aj. Podzemní hlízy a oddenky tohoto parasita bývají až několik kilogramů těžké.

Jmelí bílé. Z poloparasitů je u nás nejznámější jmelí bílé (*Viscum album* L.), důležitý parasit na jabloních a na lesních a parkových stromech. Rozlišujeme tři subspecie: ssp. *mali* (Tub.) Janch., která parasituje na listnatých stromech; ssp. *pini* (Wiesb.) Janch., jež se vyskytuje na borovicích; ssp. *abietis* (Wiesb.) Janch., která se objevuje na jedlích a smrcích.

Jmelí jabloňové se v některých krajích vyskytuje hojně také na hrušních, ačkoliv uměle bylo jen výjimečně možno infikovat hrušeň jmelím. Hrušeň reaguje v místě klíčení jmelí gumosou, zkorkovatěním, vytvářením peridermu nebo odumřením kůry, takže se jmelí nemůže ujmout. Jen velmi málo odrůd hrušek je náchylno k jmelí (Avranšská, Špinka). U hrušní, na kterých se ujalo jmelí, se zjistila imunita proti nové nákaze.



127. Záraza; a, b — klíčící semeno (a — upraveno podle Polešovského 1915, b — z Hegiho), c — mladá rostlina *Orobanche speciosa* (podle Heinrichera), d, e, f — vývojová stadia *Orobanche gracilis* (podle Kocha z Hegiho), g — haustorium *Orobanche gracilis* (podle Kocha z Hegiho).

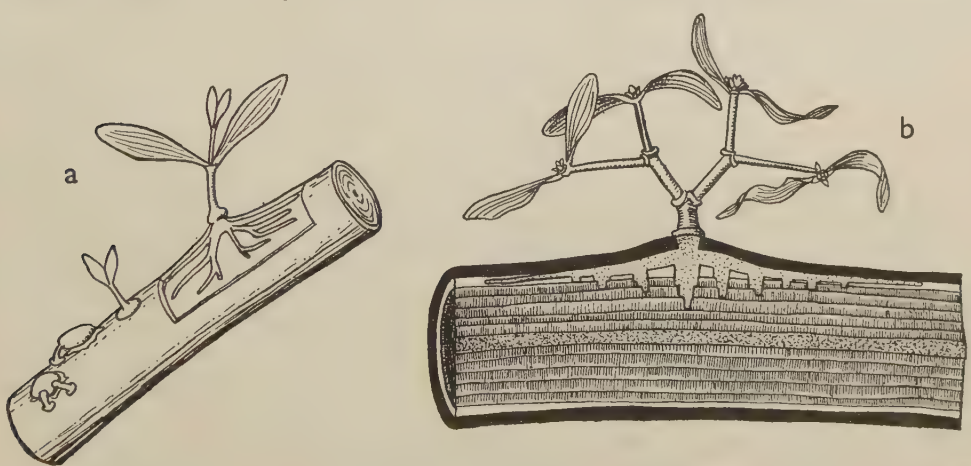
Další infekce jmelí se neujímá, ačkoliv viditelné reakce hostitele jsou slabší než dříve (Gäumann 1945).

Jmelí je rostlina dvoudomá, která je opylována mouchami. Plody jsou bílé bobule vyhledávané ptactvem. Dozrávají pozdě na podzim. Rozšiřování semen obstarávají drozdovití ptáci, zejména drozd brávník (*Turdus viscivorus* L.), méně pak brkoslav severní (*Bombycilla garula* L.). Ve Švýcarsku byla zjištěna nápadná shoda rozšíření jmelí s cestami tahu brávníků (Tubeuf 1924). Semena se dostanou na větve hostitele tím, že brávník otírá lepkavá semena zobákem o větve, a také s trusem. Semena se přichytnou na větvích svým lepkavým viscinovým obalem, který se nerozruší ani při průchodu zažívacím traktem brávníka. Jiné druhy ptáků nemají pro rozšíření jmelí význam, protože se semena v jejich zažívacím traktu stráví.

V dubnu nebo počátkem května vyroste ze semena jeden nebo více klíčků. Semena vyklíčí na každém podkladu, podmínkou je však světlo. Nejdříve ze semene vyroste jen hypokotyl 4—5 mm dlouhý, který se ohýbá negativně geotropicky a přilepí se lepkavým koncem na kůru. Na místě dotyku se rozšíří v destičku, v jejímž středu vyroste primární kořen; ten za enzymatického rozpouštění buněk prorazí do kůry a později do dřeva hostitele, které svým sekundárním tloustnutím rozštípne. Zelený prýt jmelí se vyvine obyčejně až v druhém létě, kdy jsou savé kořeny již více vyvinuty. V druhém roce rostlina vyžene několik podélných kořenů, které probíhají v kůře hostitele a které opět zapouštějí do dřeva savé kořínky. Kořeny se při druhotném tloustnutí hostitele uzavírají stále hlouběji do dřeva hostitele, které tím znehodnocují. Kořeny mají schopnost vyhnat skrze kůru hostitele nové zelené prýty, takže se keřík dá zničit jen vyřezáním celého kořene z větve. Zelené prýty se prodlužují zpravidla každým rokem jen o jeden článek s jedním párem listů.

Ochmet. Vše, co bylo řečeno o jmelí, platí i pro ochmet (*Loranthus europaeus* L.), který parasituje u nás v nižších polohách místy hojně na dubech, na jejichž větvích vyvolává hlízovité nádory.

Z ostatních poloparasitů, kteří se přisávají na kořeny hostitelů, rostou u nás v obilí kokrhely (*Rhinanthus* sp.), černýš rolní (*Melampyrum arven-*



128. Jmelí bílé; a — vývoj rostliny (upraveno podle Polešovského, 1915), b — průřez větví s rostlinou jmelí (z Hegiho).

se L.), zdravínek červený [*Odontites rubra* (Baumg.) Opiz] a lněnky (*Thesium* sp.), v lučních porostech kokrhely (*Rhinanthus* sp.), světlíky (*Euphrasia* sp.), všivce (*Pedicularis* sp.), lněnky (*Thesium* sp.) a zdravínek červený [*Odontites rubra* (Baumg.) Opiz], a v lesích na kořenech stromů a podrostu černýše (*Melampyrum* sp.).

Jsou to stejně jako jmelí a ochmet zelené rostliny, které jsou v asimilaci soběstačné. Jejich příjem vody je však zcela nepostačující, protože jim chybí kořenové vlášení. Kořenové vlásky najdeme jedině u světlíku nejmenšího (*Euphrasia minima* Jacq.) a u zdravínku červeného [*Odontites rubra* (Baumg.) Opiz], které po případě mohou dospět do plodu i bez hostitele. Také černýš rolní (*Melampyrum arvense* L.) může ukončit svůj vývojový cyklus bez hostitele (Heinricher 1921).

Příjem organických látek z hostitele byl zjištěn jen v nejmladších vývojových stadiích u černýše lučního (*Melampyrum pratense* L.) a u černýše lesního (*Melampyrum silvaticum* L.).

Všechny druhy poloparasitů vyklíčí samostatně, aniž vyžadují přítomnost hostitele. Semena se u polních druhů rozšiřují nejčastěji osivem, z něhož se dají poměrně snadno vyčistit. Klíčí zpravidla v prvním, zčásti i v druhém roce. Lněnka, která má velmi tvrdé oplodí, klíčí v 2.—4. roce. V půdě vydrží semena poloparasitů klíčivá zpravidla 2—4 roky. Doba klíčení je od podzimu do jara, více rostlin však nacházíme v ozimech. Mladé rostliny jsou zcela soběstačné, avšak bez hostitele zpravidla do šesti týdnů zajdou. Výběr hostitelů je velmi široký, přičemž dvouděložné rostliny mají přednost, protože nemají v kořenech tak silně vyvinutou endodermis. Poloparasiti vytvářejí haustoria i na jedincích svého vlastního druhu. V čistých porostech parasita některé rostliny dospějí do plodu na úkor svých potlačených sousedů. Černýš rolní (*Melampyrum arvense* L.) je možno vypěstovat na žitě, pšenici, ječmenu, ovsu, na všech travách, na jednoletých i dvouletých dvouděložných i na dřevinách, dokonce i na smrku. Nejlépe se mu dařilo na kokošce pastuší tobolce [*Capsella bursa pastoris* (L.) Med.], na které vyrostly rostliny 40 cm vysoké (Heinricher 1921). Na dospělé rostlině kokrhele (*Rhinanthus* sp.) bylo napočítáno až 98 haustorií (Kott 1955).

Všechny uvedené rostliny hynou při hustém zápoji a dobré výživě kulturní rostliny, protože jsou velmi náročné na světlo.

Škodlivost

Škody způsobené jevnosnubnými cizopasníky jsou značné. Zejména kokotice způsobují každoročně velké škody hlavně na jeteli, vojtěšce a na lnu. Uvádějí se také škody ve vrbnících, na zeleninách všech druhů, na všech bobovitých kulturách, na cukrovce, na bramborách, konopí, chmelu, dočasně i na ovsu, vyskytuje se i na révě vinné, švestce, lísce, v ovocných školkách, někde i na citrusových rostlinách aj.

Dále se uvádí, že kokotice škodí i přenášením viros z jedné rostliny na druhou. Kott (1953) uvádí, že kokotice kalifornská přenáší virosy okurek, dále žloutenku aster, kadeřavost řepy, mosaiku tabáku atd. (viz stať o přenášení viros).

Zárazy způsobují v některých krajinách nemalé škody v kulturách jetele,

vojtěšky, konopí, tabáku, chmele, rajčat, mrkve, v teplejších krajích i na slunečnici, dýňovitých atd.

Kokotice a hlavně zárazy jsou dosti náročné na teplo, a proto je jejich výskyt ve vyšších nadmořských výškách omezený. Suché počasí jejich rozvoj podporuje. V některých letech se masově rozmohou, kdežto jiná léta se nevyskytují vůbec.

Poškození kulturní rostliny poloparasity není tak zřejmé, ale udává se, že poloparasitní rostliny vlivem nadprůměrné spotřeby vody značně snižují výnosy. Kromě toho mouka silně ztrácí na kvalitě, je-li v obilí větší procento jejich semen. Tyto poloparasitní rostliny se však rozmáhají jen při extensivním hospodaření na chudších půdách v řídkém obilí nebo na nezapojených lukách. Jmelí způsobuje na stromech odumírání větví a svými kořeny znehodnocuje dřevo.

V literatuře se udávají tato čísla snížení výnosu: Podle pokusů Gentnerových (Hegi 1931) byla u lnu suchá váha 400 rostlin napadených kokoticí lnovou 240 g a zdravých rostlin 619 g. Produkce semen byla u napadených rostlin 8,5 g, u zdravých 41 g. Kromě toho je napadený len lámavý. Záraza větevnatá může při raném vývoji podle Kocha (Hegi 1931) snížit sklizeň tabáku o čtvrtinu až o polovinu. Záraza menší může zcela zničit druhou seč jetele. Kott (1953) udává podle Laščenkové příklad snížení výnosu ozimého žita způsobené kokrhelem (*Rhinanthus apterus* Ostf.) u zrna o 48 % a u slámy o 50 %. Dále udává snížení sklizně způsobené zaplevelením zdravínkem červeným podle Stěpanovové u jarní pšenice o 17—33 % a u ozimého žita o 60—80 %. Jsou to čísla nápadně vysoká, neboť zdravínek je jen nízká rostlina.

Literatura

Baudyš E.: Hospodářská fytopatologie, Brno 1931 a 1941.
Baudyš E.: O hálkotvorných nosatcích. Sborník Vys. školy zeměd. a lesnické, Brno 1955.
Gäumann E.: Pflanzliche Infektionslehre, Basel 1945.
Hegi G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, München 1931.
Heinricher E.: Methoden der Aufzucht und Kultur der parasitischen Samenpflanzen, v: Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden Abt. XI, Teil 2, Heft 2, Berlin-Wien 1921.
Koch L.: Die Entwicklungsgeschichte der Orobanchen, Heidelberg 1887.
Köhler E.: Parasitische Samenpflanzen, v: Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 5. vyd., Berlin 1932.
Korsmo E.: Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit, Berlin 1930.
Kott S. A.: Karantinnyje sornyje rastenija i bor'ba s nimi, Moskva 1953.
Kott S. A.: Sornyje rastenija, 2. vyd., Moskva 1955.
Sperlich A.: Die Absorptionsorgane der parasitischen Samenpflanzen, v: Linsbauer K., Handbuch der Pflanzenanatomie, Bd. IX: 2, Berlin 1925.
Tubeuf K.: Monographie der Mistel, München-Berlin 1923.
Wehsarg O.: Ackerunkräuter, 2. vyd., Berlin 1954.

Symptomatologie

SYMPTOMATOLOGIE

SYMPTOMATOLOGIE A JEJÍ VÝZNAM V DIAGNOSTICE

Odvětví fytopatologie zabývající se příznaky chorob jako zjevného projevu onemocnění se nazývá symptomatologie. Z praktického hlediska je to odvětví zvláště důležité při určování příčin chorobných stavů, tj. při diagnose choroby; je začátkem studia chorob a základním předpokladem pro správné stanovení ochranných opatření.

Důkladná znalost symptomatologie je proto nepostradatelnou pomůckou každého diagnostika, i když diagnosa podle příznaků není jedinou a vždy spolehlivou cestou ke správnému určení choroby. V praxi, zvláště v polních podmínkách, kde je nutná rychlá a přesná diagnosa, může symptomatologie platně pomáhat, jestliže ji ovšem diagnostik dokonale ovládá.

Okolnost, že symptomy nejsou statické povahy (viz str. 399) a kromě toho jsou etiologicky nespecifické (viz str. 403), může při diagnose podle vnějších příznaků vést k nepřesnostem až k hrubým chybám. Proto se od této diagnostiky upouští, zvláště u sporných případů, a symptomatické zjištění se doplňuje dalšími diagnostickými způsoby, jako je mikroskopické vyšetření, biochemické zkoušky nebo různé biologické testy (např. infekční pokusy, serologické testy apod.), ovšem pokud je to technicky možné. Zvláště obtížné, ba často nemožné je rozpoznat podle příznaků druh viru, který je původcem onemocnění, neboť jeden a týž druh často způsobuje na téže rostlině různé příznaky, kdežto stejné příznaky na rostlinách mohou vyvolat nejrůznější viroví původci. Tak např. virus mosaiky vinné révy [*Vitis virus 1* (Smith, Straňák)], se na rostlině projevuje jak mosaikou, tj. drobně kropenatými listy nebo většími skvrnami, tak i částečnou nebo totální žloutenkou (Smolák, 1926). Mramorované mosaiky na fazolích, na pohled nerozlišitelné, mohou být vyvolány různými viry. U virových chorob přispívá k obtížnosti diagnosy podle symptomů ještě okolnost, že virosy mohou často vystupovat bezpříznakově nebo mohou mít příznaky velmi obdobné s fysiologickými poruchami.

Nicméně za jistých okolností, zvláště když je chorobný případ doprovázen charakteristickým projevem struktury patogena na povrchu hostitele, zejména jeho fruktifikacemi (např. u některých *Phycomycetes,* padlí, sněti, rzi apod.), se diagnosa podle vnějších symptomů daří naprosto spolehlivě, alespoň pokud jde o praktické určení choroby a stanovení ochranných opatření. (Tak se dá snadno určit typ onemocnění — např. sněti vost ovsa, přičemž však detailní diagnosa je nesnadná. Druhový průvodce choroby se dá zjistit teprve mikroskopicky; teprve pak určíme, zda jde o krytou nebo prašnou sněť ovesnou.) Diagnosa podle příznaků je snadná tam, kde je příznak charakteristický pro určitého jediného původce, zvláště, když je patogen specifický pro určitého hostitele. Na druhé straně však

je určení choroby podle příznaků často jedinou možnou cestou, zvláště tam, kde jiné diagnostické metody jsou buď nedostupné nebo dosud neprozkoumané anebo příliš zdlouhavé (trvající i několik let — např. u některých viros dřevin přenosných pouze roubem).

Podobně příznaky chorob mohou být indikátorem nepříznivých vlivů fysiologických, zvláště nevhodné výživy, popřípadě i nevhodné agrotechniky. V některých případech mohou být i pomocníkem v rostlinné taxonomii (např. určování rostlinných druhů podle hálek — Baudyš 1948).

Z nesprávně pochopené symptomatologie, zvláště jsou-li symptomy chápány monoetiologicky, vznikají často dlouhotrvající spory a neshody o původci choroby, které mohou být vysvětleny pouze exaktními experimenty. Jako příklad lze uvést jednostranný výklad tzv. degenerace brambor jako onemocnění čistě virového nebo čistě fysiologického.

POVAHA SYMPTOMŮ

Symptomy neboli příznaky choroby bývají většinou definovány jako projev aktivity patogena, uplatňující se na rostlině jako hostiteli; čili jinými slovy je to reakce hostitele na činnost patogena. Lépe však lze definici vyjádřit tak, že symptomy jsou výrazem reakce hostitelské rostliny na činnost původce choroby a na nepříznivé vlivy prostředí.

Termínu symptom choroby bývá užíváno většinou k označení viditelného projevu onemocnění, jakým je např. svinování listů, vadnutí rostlin, hniloby různých rostlinných orgánů, listové skvrnitosti, nádorovitost apod.

Někteří fytopatologové (Whetzel 1925) od symptomů jasně odlišují znaky choroby, čímž označují struktury patogena patrné na povrchu rostliny. Těmito průvodními znaky chorob jsou např. bílé moučnaté povlaky vyvolané houbami ze skupiny padlí, růžové polštářky fusarií, černé kupky (sori) snětivých výtrusů, rezivé kupky letních výtrusů rzí, plodničky hub rozptýlené po pletivech napadených skvrn.

Příznaky se během onemocnění často sdružují a vytvářejí komplexy symptomů, které společně s doprovodnými znaky poskytují obraz choroby. Tak např. u bakteriového onemocnění brambor, zvaného černání stonku, je obrazem choroby nejen prvotní černání a zahnívání stonkové base, nýbrž i druhotné svinování a žloutnutí listů a celkové chřadnutí a zakrslost rostliny následkem porušené výživy. Symptom nejvíce charakteristický pro určitou chorobu se nazývá symptomem hlavním (v uvedeném případě zahnívání stonkové base), ostatní příznaky, které se vždy zřetelně neprojevují, jsou symptomy vedlejší. Podle hlavního symptomu bývá často choroba nazývána, nemá-li jméno podle původce.

Charakterisujeme-li choroby podle jednotlivých příznaků, musíme mít na zřeteli tyto vztahy:

1. Symptomy nejsou statické:

a) obraz onemocnění je měnlivý, takže v průběhu téhož onemocnění se jednotlivé příznaky mění, a to buď následkem měnících se vzájemných vztahů mezi rostlinou, patogenem a prostředím (modifikace příznaků), nebo následkem postupu choroby (sukcese příznaků);

b) každý jednotlivý příznak stejné choroby může být stupňován do různé intensity (intensita příznaků).

2. Symptomy nejsou specifické:

a) ani pro určitého patogena (určitý patogen vyvolává na různých hostitelích různé symptomy),

b) ani pro určitého hostitele (i stejný hostitel vykazuje různé symptomy při napadení jedním patogenem).

3. Symptomy jsou polyetiologické, což znamená, že jeden příznak může být vyvolán několika patogeny a vyskytovat se u etiologicky různých chorob.

4. Symptomatický obraz a průběh choroby (jako souhrn jednotlivých symptomů, jejich komplexů a znaků choroby) bývá naproti tomu pro určitého hostitele dosti charakteristický a typický, a to aspoň v tom, že je vytvářen určitou skupinou symptomů; nezřídka má při diagnose prvořadý význam, je-li poznán do všech podrobností (B r a u n 1949).

Sukcese symptomů

Příznaky, které se objeví na onemocnělé rostlině bezprostředně po inkubační době, se nazývají p r i m á r n í. Jsou obvykle odlišné od symptomů následných a druhotných, které vznikají během postupu choroby. N á s l e d n ý m i příznaky rozumíme takové, které vznikají při postupu choroby na stejném místě (obvykle u lokálních onemocnění), d r u h o t n ý m i pak ty, které se postupem choroby vytvářejí na různých místech podle toho, jak se choroba dále šíří (obvykle u chorob systemické povahy), nebo ty, jež odpovídají druhotné infekci na témž hostiteli. Konečným symptomem většiny chorob bývá obvykle postmortální hnědnutí napadených pletiv, orgánů nebo celých rostlin. Příkladů bychom našli u různých chorob mnoho. Primárním příznakem klasterosporiosy třešní [*Clasterosporium carpophilum* (L é v.) A d e r h.] jsou žluté skvrny, následným suchá skvrnitost, konečným perforace listů. Primárním příznakem u peronospory révy vinné [*Plasmopara viticola* (B. et C.) B. et D e T.] jsou tzv. olejové skvrny na listech, následnými symptomy pak skvrny žluté, po případě doprovázené plísňovitými povlaky na rubu listu; konečnými symptomy choroby jsou hnědé skvrny, po případě perforace čepele. Primárním příznakem kořenomorkového onemocnění brambor (*Rhizoctonia solani* K ü h n) je hniloba korového pletiva kolem base bramborového stonku, druhotným příznakem, pramenícím z poruchy phloemu, je svinování, po případě kadeřavění listů na vrcholu nebo i tvorba axilárních, tzv. vzdušných hlízek.

Modifikace symptomů

Příznaky nelze ovšem chápat pouze jako reakci hostitele na činnost patogena; jsou totiž zároveň výrazem disposice rostliny vůči chorobě i závislosti chorobného stavu na vnějších podmínkách. Prostředí, patogen (se svou odlišnou virulencí a patogenitou) i rostlina sama (různě disponovaná nebo v různém vývojovém stadiu) si totiž vytvářejí specifické příznaky dané pro určitý případ. Tak např. odrůda pšenice odolná vůči rzi plevové (*Puccinia glumarum* E r i k s. et H e n n.) při napadení má naprosto odlišné

příznaky než odrůda náchylná; kdežto u odrůdy odolné dochází k nekrosám v podobě žlutých skvrnek, u odrůdy náchylné se na napadených listech vytvářejí kupky rezavých výtrusů. Fusariosa lnu (*Fusarium lini* Boll.) se projevuje na rostlinách podle toho, v jakém vývojovém stadiu zastihla rostlinu. Je-li napadena klíčící rostlina, dochází buď k nevzcházivosti vyvolané hnilobou klíčků, nebo k padání rostlin, když rostlinky mají již plně vyvinuté děložní lístky. V době nejbujnějšího růstu a nasazování květních poupat se fusariosa projevuje vadnutím rostlin, kdežto při dozrávání lnu rychlým usycháním listů (Rataj 1954). Vliv prostředí na projev symptomů je možné ukázat na košťálovinách napadených houbou *Plasmodiophora brassicae* Wor. Nádor na kořenech, který obvykle chorobu neprozrazuje, snižuje příjem vody a živin z půdy. Během dne, zvláště za horkých dnů, dochází u onemocnělých rostlin ke značné ztrátě vody vypařováním, a to mnohem dříve a více než u zdravých rostlin a samozřejmě tím více, čím je nádor větší. Vadnutí jako sekundární symptom choroby je tedy přímo podmíněno prostředím. Vliv prostředí se často uplatňuje rovněž při maskování příznaků. Virulentní kmeny četných virových mosaik vyvolávají silné místní nekrosy v podobě hnědých skvrn, kdežto u kmenů méně virulentních se projevuje pouze mosaika na listech. Příklad účinku silně a slabě virulentních kmenů bakterie *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn. na pletiva nakažené rostliny ukazuje obr. 129.

Intensita příznaků

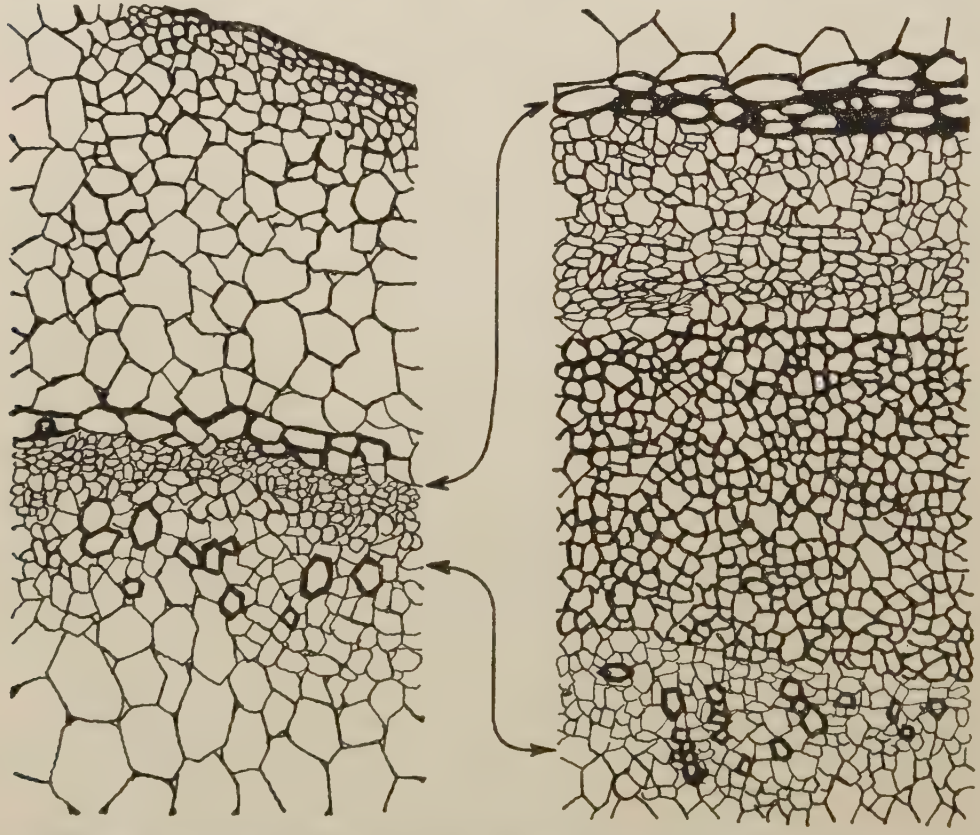
Ani jeden a týž příznak nemusí mít statickou povahu: jeho intensita se může během onemocnění určitého jedince měnit, a to jak ve smyslu vzestupném, tak sestupném. Tento jev nezávisí pouze na pokročilosti choroby, ale také na rostlině, patogenu a vnějších vlivech. Na rostlině jako jedinci se může projevovat týž symptom v jiné intensitě podle toho, zda jde např. o prvotní nákazu či stejným původcem opakovanou infekci druhotnou, kdy byla rostlina po první infekci do určité míry imunisována, po případě patogen ztratil svou virulenci. Tak např. tabák infikovaný bramborovým virem X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] vytváří na inokulovaném listu zřetelné a velmi jasné příznaky kroužkovité skvrnitosti, kdežto na ostatních listech a na listech nově se tvořících, druhotně infikovaných, se projevují stále slabší a bledší mosaikové skvrny (Köhler 1940). Na intensitu příznaků má značný vliv výživa rostliny. Zvýšené dávky dusíku redukují podstatně intensitu symptomů na bramborách onemocnělých virem svinutky [*Solanum virus 14* (Appel et Quanjer) Smith] (Wilson 1955), naproti tomu zvyšují příznaky vyvolávané bramborovým virem X (na tabáku) a virem tabákové kroužkovitosti [*Nicotiana virus 12* (Fromme) Smith] na okurkách (Pound a Helmsová 1955). Toto zmenšení intensity příznaků se může stupňovat až k úplné ztrátě symptomů — bezpříznakovosti choroby, která může vyniknout zvláště tehdy, když primárně infikované listy odumrou a na zbylých listech se onemocnění již neprojevuje.

Právě tak jako uvedený případ získané tolerance může být příčinou bezpříznakovosti i tolerance vrozená anebo i nepatogennost původce, popř. indolence hostitele; onemocnění rostliny jako následek infekce pak nepropuká. Známým příkladem bezpříznakovosti je bramborový virus Z [paracrincle —

Solanum virus 7 (Salaman et Pelley) Smith] u anglické odrůdy King Edward, která je bezpříznakovým nositelem tohoto viru. Bezpříznakově vystupuje často také S virus bramborový (*Solanum virus S* van Slogteren).

Bezpříznakovost choroby může mít ovšem i jiný původ. Někdy vlivem vnějšího prostředí mohou zmizet, i když většinou jen dočasně, příznaky, které se již projevily. Pak mluvíme o maskování příznaků. Známé jsou případy maskování zvláště u viros (podmíněné většinou vyššími teplotami, jako u bramborového viru X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith], viru tabákové mosaiky [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] nebo u původců vyvolávajících vadnutí.

V některých případech se můžeme setkat i s bezpříznakovostí zdánlivou, když choroba projevuje velmi mírné, sotva znatelné příznaky anebo vyvolává pouze příznaky uvnitř orgánů. K maskování příznaků může dojít vlivem osvětlení, např. u žloutenky cibule [*Allium virus 1* (Melhus) Smith] (Novák J. B. in lit.), u svinutky brambor [*Solanum virus 14* (Appel et Quanjer) Smith] (Wilson 1955) nebo vlivem zvýšených teplot u bramborového viru X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith].



129. Účinek virulentního (vlevo) a nevirulentního (vpravo) kmene bakterie *Agrobacterium tumefaciens* (Erw. Smith et Townsend) Conn. na onemocnění a na projev histologických symptomů. Podle: Locke, Riker et Duggar, 1938

Též vliv hostitelovy výživy může po určitou dobu vyvolávat maskování symptomů choroby. Zdánlivou bezpříznakovost známe např. u bramborového viru X, kdy normálně málo zjevné příznaky jsou za slunečního světla zcela nepozorovatelné, kdežto při pouhém zastínění listu již vynikají.

Jestliže choroba dočasně nevytváří příznaky a později propuká, mluvíme o latenci příznaků. Setkáváme se s ní pravidelně během inkubační doby (jako antemorbidního stavu); u některých chorob však může být latence příznaků charakteristická i při vlastním onemocnění. Tak např. při napadení pšenice sněti mazlavou se dá choroba rozpoznat obvykle až při sklizni nebo těsně před sklizní, to jest v době, kdy již dávno propukla.

Specificita a etiologie symptomů

Příznaky chorob nejsou zpravidla specifické pro určitou chorobu, nýbrž opakují se při různých chorobách (podobně jako u nemocí lidských bolestivost, horečka aj.), i když se setkáváme se specifičností původců pro určité hostitele.

Ve vztazích mezi hostitelem a původcem choroby mohou nastat celkem tři různé kombinace, nepočítáme-li s různými přechodnými jevy:

a) Různé příznaky na různých hostitelích mohou být vyvolány pouze jedním původcem. Typickým příkladem je houba *Rhizoctonia solani* Kühn, vyvolávající na klíčících rostlinách konifer nekrosu hypokotylu, tzv. padání neboli kořenovou spálu; na rajčatech, bobech, karafiátech způsobuje hnilobu stonku, na cukrovce je jedním z původců tzv. suché hniloby, na listech košťálové zeleniny vytváří různé skvrnitosti, na jahodách hnědou hnilobu plodů apod.

b) U jednoho hostitele může určitý původce vyvolávat různé symptomy. Tato nespecifičnost je dána jednak různou anatomickou skladbou napadených orgánů, jednak rozdílností fysiologických pochodů. Tak houba *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De By může na různých orgánech vyvolat jiný typ onemocnění. Na rajčatech při infekci plodů vyvolává hnilobu, kdežto při napadení stonků vadnutí celé rostliny. Podobně houba *Rhizoctonia solani* Kühn může vyvolat na stejné bramborové rostlině různé příznaky, ačkoliv zde je spíše možno mluvit většinou jen o sukcesi symptomů během téže infekce. Na trsech vyvolává zakrslý růst, kadeřavění vrcholů, po případě rosetku, na basi stonku hnědnutí povrchových pletiv a později plstnaté povlaky, na kořenech a stolonech hniloby, na hlízách tzv. vločkovitost (pseudosklerocia houby) a na klíčcích terminální nekrosy.

c) Příkladem polyetiologické povahy příznaků je svinování listů brambor, které může mít různé příčiny, a to jak infekční povahy (virová svinutka, bakteriové onemocnění stonku zvané černá noha, houba *Rhizoctonia solani* Kühn), tak i povahy fysiologické, jako např. při mrazových poruchách, malé vlhkosti vzdušné, při nadměrné půdní vláze apod.

Hodnotíme-li příznaky podle jejich lokalisace, rozeznáváme příznaky lokální (místní), projevující se ve formě přesně lokalisovaných strukturálních změn (např. skvrnitosti, hálky, hniloby aj.), a příznaky všeobecné čili systemické, které jsou výsledkem celkového onemocnění rostliny (např. vadnutí, zakrslost apod.). Příznaky projevující se nepřirozeným vzhledem čili habitem rostlin (většinou jsou to příznaky systemických onemocnění) se nazývají též příznaky habitální.

SYMPTOMY A KLASIFIKACE CHOROB

Klasifikace symptomů byla různými autory vždy různě chápána a symptomy byly rozdělovány do různých skupin, právě tak jako i rostlinné choroby. Původní rozdělení se dělo čistě pod dojmem lékařského bádání, takže choroby byly tříděny do skupin buď podle symptomů (např. na hniloby, zakrslosti, monstrosity, exkrescence apod.), nebo podle fysiologických funkcí rostliny (choroby systému vyživovacího, respiračního a rozmnožovacího), nebo též topograficky (choroby jednotlivých orgánů rostlinných).

Ještě v r. 1919 Appel a Westerdijková třídili choroby z hlediska topografického a symptomatického. Toto třídění chorob, popularisované částečně Kirchnerem (1890) v jeho známém určovacím klíči, nemůže být jistě dokonalé, neboť se v něm nehledí na chorobu rostliny jako na celek a jednotlivým rostlinným orgánům se přičítá mnohem větší specialisace funkční i anatomická, než ve skutečnosti mají. Pouhé symptomatické hledisko při třídění chorob je oprávněné tím méně, že symptomy jsou pouze části celého chorobného procesu probíhajícího v rostlině.

Naproti tomu Jaczewski (1924) a Whetzel (1925) klasifikují choroby podle patologických pochodů v buňkách bez zřetele na druhotná hlediska symptomatická a etiologická. Při tomto uspořádání jsou zařazeny choroby se stejným patologickým charakterem do téže skupiny. Choroby jsou celkově rozděleny do 2 skupin, z nichž jednu tvoří nekrosy, druhou růstové odchylky a morfosy, charakterisované buď hypoplasiemi nebo hypertrofiemi. Přednost tohoto skutečně vědeckého uspořádání je v tom, že hlavní pozornost je upoutána k rostlině a jejímu chorobnému stavu.

V poslední době se při třídění chorob uplatňuje hlavně etiologické hledisko, kterého bylo užito v 1. vydání světoznámého Sorauerova kompendia „Handbuch der Pflanzenkrankheiten“ (1874). Velkou nevýhodou jinak celkem praktického a přehledného třídění je to, že hlavní pozornost bývá často upoutána pouze na patogena, který mnohdy dává jen podnět k onemocnění a není jeho vlastní příčinou. Kromě toho choroby polyetiologické, tj. vyvolávané různými faktory (např. řepná spála, různé hniloby a pod.), jsou prakticky nezařaditelné, podobně jako choroby, u nichž původce dosud nebyl určen a zjištěn.

Jiným třídicím prvkem chorob je rozdělení podle vlastností imunobiologických, jak bylo navrženo Duninem (1949), které sleduje hlavně rostliny zdravé a jejich přirozenou odolnost.

Protože v poslední době převažuje ve fytopatologii hledisko technické, tj. praktické, bývají choroby rozdělovány podle hostitelů, a to do skupin shodných buď s druhy kulturních rostlin (choroby obilnin, brambor atd.), nebo s jednotlivými systematickými skupinami rostlin (choroby rostlin brukvovitých, mrkvovitých apod.).

KLASIFIKACE SYMPTOMŮ

Symptomy bývají tříděny podle různých hledisek, z nichž často převažují třídění praktická před tříděním vědeckým. U většiny autorů se často setkáváme s popisem isolovaných a náhodně uspořádaných symptomů. Jindy se třídí do většího nebo menšího počtu skupin podle příznaků podobných nebo příznaků, které mají obdobný patologický charakter.

Tak např. Morstatt (1923) rozděluje symptomy do 7 skupin: vadnutí, odlišná zbarvení (dekolorace), projevy odumírání (nekrosy), tvarové změny (morfosy), rány a výtoky. Poslední 7. skupinu tvoří epifyti a parasiti, jejichž struktury jsou hlavním příznakem onemocnění. Autor popisuje nejdříve „lehká onemocnění", která mohou mít ještě reversibní povahu; jsou to vadnutí a dekolorační projevy. Následují nekrosy, s nimiž se potkáváme též při normálním stárnutí a odumírání. Čistě patogenně a aktivně se projevují morfosy, kdežto při poranění zůstává rostlina většinou pasivní. Výtoky jsou částečně reakcemi ran, částečně navazují na normální pochody.

Heald (1926, 1933) rozděluje symptomy podle praktické použitelnosti a specialisace na 14 skupin (diskolorace, listové perforace, vadnutí, nekrosy, zakrslost, hypertrofie, transformace orgánů, mumifikace, habitální asymetrické změny, destrukce orgánů, patologický opad listů nebo jiných orgánů, znetvořeniny a exkrescence, exsudáty a hniloby). Jeho klasifikace navazuje na dřívější, spíše teoretické rozdělení Whetzelovo (1925) a pomíjí jak skupinu poranění, tak i skupinu příznaků vyvolaných na hostiteli strukturami patogena (Whetzelovy „znaky chorob" — viz str. 451).

K vědeckému třídění symptomů dospěl Whetzel (1925), který kromě zjevných projevů onemocnění — symptomů vnějších čili morfologických, rozlišuje i příznaky vnitřní — histologické. Na základě patologických strukturálních změn v rostlinných buňkách a pletivech rozdělil pak symptomy obou rostlin na tři kategorie, a to příznaky nekrotické, hypoplastické a hyperplastické.

Symptomy nekrotické jsou takové, které vedou k degeneraci a smrti napadených pletiv. Symptomy hypoplastické vedou k zastavení množení, růstu nebo diferenciace buněk a pletiv, kdežto symptomy hyperplastické vedou k nadměrnému zmnožení a nadměrnému růstu buněk.

Podobně jako každá podobná klasifikace má i toto třídění Whetzelovo své nedostatky. Některé symptomy, které se prakticky projevují stejně nebo obdobně, mohou být totiž výslednicí různých patofysiologických pochodů a různých strukturálních změn v pletivech. Tak např. žloutnutí listů je projevem nekrotické degenerace chloroplastů, kdežto žloutenka, která se často projevuje stejně, je výrazem hypoplastické poruchy vývoje chlorofylu. Svinování listů může být vyvoláno jak pochody nekrotickými (obvykle nekrosa phloemu), tak pochody hyperplastickými (např. svinování listů následkem hmyzího poškození). V častých případech nekrosy podmiňují vznik hyperplasií nebo hypoplasií a naopak, nebo se jednotlivé projevy vzájemně kombinují.

SYMPTOMY MAKROSKOPICKÉ

Rozdělení symptomů na vnější čili morfologické a vnitřní čili histologické není zcela výstižné. Morfologické symptomy jsou podle Whetzela (1925) takové, které poukazují na chorobný vzhled rostliny nebo některých jejich orgánů. Protože vnější vzhled nemocných rostlin je obvykle výsledkem nejrůznějších anatomických, histologických a fysiologických změn vyvolaných činitelem způsobujícím chorobu (patogenem nebo nepříznivými vlivy prostředí), musí být mezi vnější symptomy zahrnovány nejen příznaky čistě morfogenní (charakterisované změněnými tvary rostlin a orgánů), ale i tzv. příznaky diskolorační, které poukazují na nenormální za-

barvení rostliny. Kromě toho se mezi morfologické symptomy zařazují i takové příznaky, které neodpovídají zcela pojmu příznaků vnějších, neboť jsou patrny pouze uvnitř orgánů, po jejich rozkrojení. Proto je z hlediska praktického výhodnější třídit symptomy na makroskopické a mikroskopické.

Makroskopické příznaky můžeme dále rozdělit na tři hlavní typy, a to diskolorace, nekrosy a morfosy, přičemž do poslední skupiny shrnujeme jak příznaky hypoplastické, tak příznaky hyperplastické, neboť oboje mají většinou morfogenní charakter.

U některých autorů najdeme třídění vnějších příznaků pouze na dvě skupiny, a to příznaky dekolorační a morfogenní, což není ani správné, ani výstižné.

V dalším soupisu jednotlivých příznaků je použito většinou třídění podle patologické modifikace, zároveň doplněné roztříděním praktickým.

Symptomy nekrotické

Podle Küstera (1916) jsou nekrotické příznaky výrazem degenerace nebo smrti napadených buněk a z toho plynoucího porušení pletiv. Charakterisují tak stavy antemortální (protoplasmatická desorganisace a degenerace — např. žloutnutí listů, vadnutí rostlin), nebo stavy mortální a postmortální (mrtvé buňky a jejich rozklad — např. hniloby, různé skvrnitosti listů apod.). První skupinu nekrotických příznaků nazval Küster příznaky plesionekrotickými, druhou holonekrotickými.

Nekrotické příznaky mohou mít charakter lokální ve formě více nebo méně přesně ohraničených skvrn nebo charakter všeobecný (při napadení celé rostliny).

Jednotlivé skupiny uváděné dále jsou rozděleny podle progresivity onemocnění, přičemž první 2 skupiny (dekolorace a vadnutí) mohou mít povahu reversibilní, poslední 2 skupiny (usychání a hniloby) jsou konečnými fázemi chorob.

130. Interkostální žloutnutí listů sladkovišně rostoucí na zamokřeném pozemku.
Orig. J. B. Novák

Nekrotické dekolorace

Skupina příznaků lokálních i systemických, charakterisovaných barevnými změnami s povahou buď reversibilní nebo častěji ireversibilní, předchází-li odchylné zbarvení smrti protoplastu.

Žloutnutí chlorofylových pletiv je velmi rozšířeným příznakem chorobných stavů rostlin a bývá vyvoláno degenerací nebo desorganisací chlorofylu, po případě chloroplastů (Whetzel 1925), takže je výrazným symptomem počínající nebo pokročilé nekrosy. Přitom je nutno zdůraznit, že vzniká u pletiv teprve po jejich úplné diferenciaci (Merkenschla-

ger 1933), takže při žloutnutí jde o rozrušování chlorofylových zrn nebo chloroplastů, které byly v rostlinných pletivech již vytvořeny.

Nejčastěji se s nimi setkáváme u listů v kolísající intensitě, od velmi lehkého vybělování normální zeleně až po jasnou žluť. Podle toho, jaká část listového čepele žloutne, rozeznáváme žloutnutí totální (úplné) a parciální (částečné). Někdy se soustřeďuje více na pletiva mezinervová (interkostální žloutnutí), jindy na partie cévní.

Žloutnutí je velmi častým symptomem, projevujícím se u mnoha druhů onemocnění. Zvláště často se projevuje při různých poruchách karenčních, např. při nedostatku dusíku, draslíku, hořčíku (Corrie 1954), stopového boru (např. na vojtěšce — McLarty et al. 1937) aj., přičemž obyčejně zachvacuje celou listovou čepel nebo její větší část. Též poruchy klimatické mohou být často původcem žloutnutí (např. žloutnutí listových špiček obilnin a trav následkem nízkých teplot — viz též obr. 130). Na tyto jevy upozornili již Sachs (1864) a Rhitzema Bos (1892). Jinak žloutnutí bývá primárním nebo sekundárním symptomem mnoha chorob parasitních, zvláště bakterios a mykos. Četné listové nekrosy (skvrnitosti, pruhovitosti) obvykle začínají žloutnutím. Tyto stavy se někdy označují jako žluté skvrnitosti listů, jimiž se vyznačují i první fáze chorob, které jsou při dalším vývoji typické tvorbou výtrusných ložisek nebo hyf a sporoforů hub na povrchu listu. Mnohé houbové choroby (např. alternariosy listů cukrovky) jsou doprovázeny žloutnutím pletiva kolem nekrotických hnědých skvrn nebo kolem ložisek výtrusů. U některých chorob cévních, např. při infekčním vadnutí, bývá žloutnutí listů sekundárním symptomem.

Nejstarší termín používaný pro tento typ choroby je pravděpodobně latinský název icterus, který používal již Unger (1833) a Meyen (1841). V němčině odpovídá žloutnutí termín Gelbsucht (Sorauer 1874), v angličtině yellowing (Whetzel 1925), ve francouzštině jaunissure, v ruštině želčenije. V tomto významu nesmí být žloutnutí zaměňováno s chlorosou (chlorosis), která navenek sice úplně vypadá jako žloutnutí, odpovídá však zcela jiným patologickým pochodům odehrávajícím se v buňkách a rostlinných pletivech. Na rozdíl od žloutnutí, které vzniká až po úplné diferenciaci buněk, je chlorosa (viz str. 424) výsledkem takových změn, při nichž nedochází k úplné diferenciaci chlorofylových orgánů, takže chlorofyl se tvoří jen nedostatečně. Vzhledem k uvedenému rozdílu mezi oběma pojmy se zdá, že určujícím faktorem pro vznik onemocnění jednoho nebo druhého typu je vývojové stadium, v němž je rostlina v době působení škodlivého činitele, patogena nebo nepříznivých vlivů prostředí.

Hnědnutí je obecným doprovodem téměř všech nekrotických onemocnění a vyskytuje se v pletivech již odumírajících nebo mrtvých.

Podobně jako předešlý symptom musí být odlišováno od normálního podzimního zbarvování listů. Bývá často typickým příznakem nedostatku drasla v půdě, při kterém dochází k hnědnutí okraje listů (např. u listu cukrovky) nebo k okrajové hnědé skvrnitosti. Rovněž karence některých prvků (hladovění) může způsobit žloutnutí, které také bývá označováno jako spála (viz str. 417). Při déle trvajícím suchu hnědnutí pletiv přechází až v usychání.

Fysiologická povaha hnědnutí není zcela objasněna a bývá většinou vykládána jako hromadění taninů v nekrotických pletivech.

Červenání je druhotným symptomem u rostlin s větším množstvím

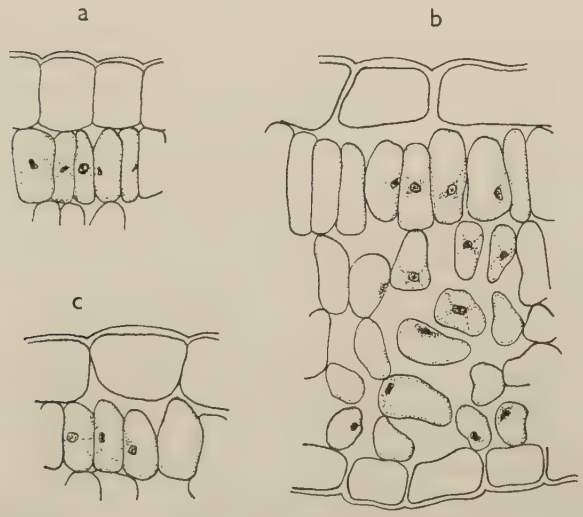
anthokyanu v listech, a to při nekrose chloropastů a chlorofylu různého původu, která dá vyniknout červenému zbarvení (např. po poškození horkem). U některých rostlin je toto zbarvování obvyklým jevem na konci vegetace.

Stříbřitost (stříbřitý a kovový lesk nebo popelavě šedý třpyt na povrchu orgánů) je vyvolána vznikem nepřirozených vzduchových prostorů pod pokožkou (obr. 131).

Příčinou stříbřitosti mohou být různé vlivy, hlavně velmi drobná poranění pokožky vzniklá vlivy fysiologickými (mrazy, sluneční úpal), patogenními nebo sáním hmyzu apod. Stříbřitost listů u švestek, jabloní i jiných ovocných dřevin se uvádí jako typický příznak choroby vyvolané dřevokaznou houbou *Stereum purpureum* Pers. Stříbřitost slupky bramborů je typická při napadení houbou *Spondylocladium atrovireus* Harz., kovově olověný lesk pak při napadení fytoftorou [*Phytophthora infestans* (Mont.) De By.]. Četné mosaiky projevující se výrůstky na listech (např. mosaika způsobená *Brassica virus 1*) mají obvykle v místech exkrescencí stříbřitý nádech. Stříbřitost pletiv se někdy vyskytuje i při otravách dehtovými látkami (Baudyš 1929). Listy nejrůznějších rostlin vysáté sviluškou, křísky a zvláště třásněnkami mají podobný vzhled, avšak při pozorování lupou zjišťujeme obvykle hrubší „strukturu" stříbřitosti, nebo stříbřitost omezenou jen na určité plochy čepele (skvrnky, tečky apod.).

Vodnatění (sklovitost, hydrosis) je termín užívaný pro označení vodnatého, průhledného nebo průsvitného stavu pletiv, který vzniká proniknutím vody z buněk do intercelulárních prostorů.

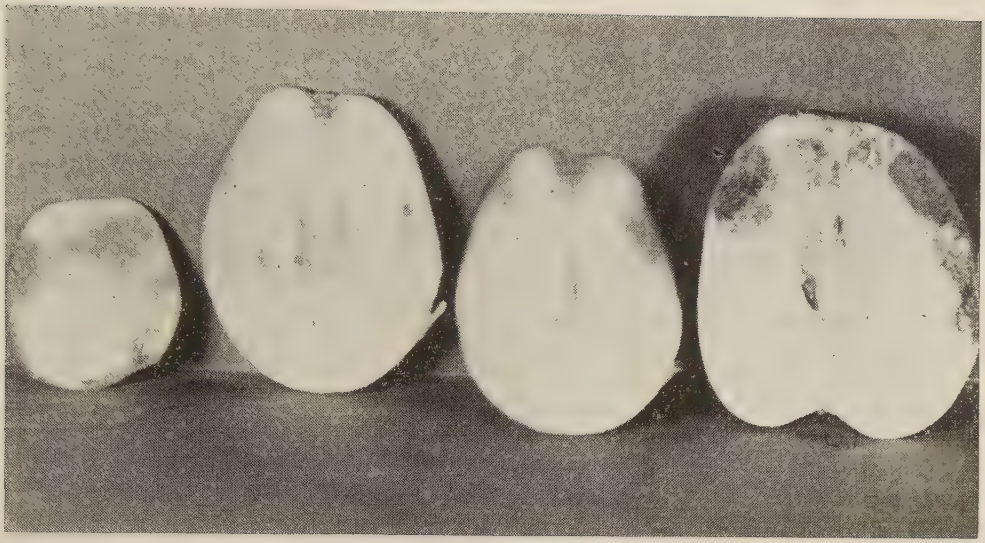
Bývá často symptomem nemocí plodů nebo dužnatých orgánů, a to zvláště hnilob. Tak např. měkká bakteriová hniloba tuřínu a petržele vyvolaná bakterií *Erwinia carotovora* (Jones) Holland, a peniciliové hniloby plodů vykazují tento příznak, který může být typický i pro sluneční úpal jablek. Typickou chorobou projevující tento příznak je sklovitost jablek, označována za bakteriosu (Smolák 1935, 1945) (obr. 132).



131. Histologický projev stříbřitosti na listu švestky napadené houbou *Stereum purpureum* Pers, a — primární stadium s cytologickými defekty v palisádových buňkách, b — počátek vzniku vzduchového prostoru po epidermis, c — pozdější stadium stříbřitosti, doprovázené chlorosou listu. Podle Tetleye, 1932

Vadnutí

Skupina systemických příznaků charakterisovaných ochablým stavem rostlinných orgánů, který vzniká následkem nedostatku vody v zevním prostředí rostliny nebo různým působením patogenů; může mít povahu reversibilní i irreversibilní. Do této skupiny antemortálních projevů



132. Sklovitost na jablku.
Orig. Smolák, foto J. B. Novák

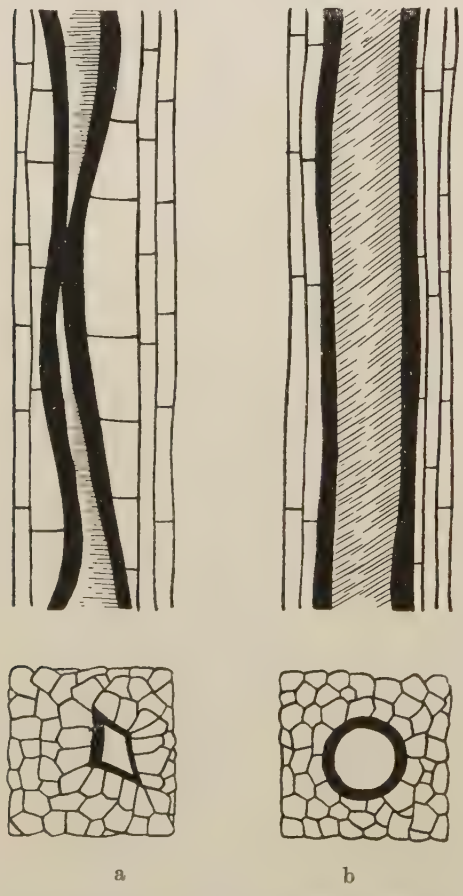
choroby se řadí symptomatické komplexy známé pod pojmy vadnutí a apoplexie, kterých se užívá obvykle téměř ve shodném významu; liší se hlavně rychlostí průběhu; apoplexie má vždy irreversibilní povahu.

V a d n u t í. Na rozdíl od tzv. druhotného vadnutí (dále popsaného) bývá pojem vadnutí (v užším smyslu) vztahován zpravidla jen na takový stav ochablých orgánů rostlinných, který je obvykle následován spontánním ochabováním celých rostlin, v nichž vznikají poruchy charakteristické pro narušení vodního režimu rostliny. K tomuto spontánnímu vadnutí dochází buď přímými poruchami vodní bilance rostlin, anebo z různých vnitřních příčin, nezávislých na ztrátě vody, které mají toxigenní povahu. Podle původu rozeznáváme vadnutí rostlin fysiologické a patogenní (nebo parasitogenní, někdy označované též jako infekční vadnutí nebo chorobné vadnutí — německy Welkekrankheit).

Fysiologické vadnutí bývá ukazatelem nevhodných poměrů výživy nebo poruch vznikajících nedostatečným zásobováním rostlin vodou, které se dostavují nejen běžně při déletrvajícím půdním suchu, ale též při nadbytečné půdní vláze, nízké vlhkosti vzdušné a nevhodných poměrech tepelných, zvláště při nízké a vysoké teplotě. Fysiologické vadnutí bývá většinou vyvoláno bezprostředním nedostatkem vody a je reversibilní povahy. V některých případech může dojít k poruchám nevratným, jestliže podmínky, způsobující omezený příjem vody a omezenou výživu trvají příliš dlouho (např. při dlouhotrvající nízké teplotě). Vlastní příčinou fysiologického vadnutí bývají mechanicko-fysikální poruchy vodní bilance rostliny. Za některých okolností může však fysiologické vadnutí být pravděpodobně vyvoláno i toxiny, které se vlivem nepříznivých podmínek prostředí hromadí v rostlinách jako zplodiny jejich metabolismu, a to následkem nerovnováhy mezi biochemickými reakcemi. Tuto toxigenní domněnku, přijímanou mnohými autory, vyslovil již S a c h s (1864).

Patogenní vadnutí vede obvykle k smrti napadených orgánů a zpra-

vidla i celé rostliny. Bývá specifickým symptomem mnoha cévních onemocnění vyvolaných bakteriemi (tracheobakteriosy) nebo houbami (tracheomykosy nebo hadromykosy), následným symptomem nebo přímým důsledkem některých viros, zvláště stolburu (Suchova Vovk 1945, Vager 1953, Blattný et al. 1956). Typickými houbovými původci vadnutí bývají houby z rodu *Fusarium* a *Verticillium*. Některé houby, které mají širší okruh hostitelů, působí vadnutí jen na některých hostitelích, jiné působí jen příležitostně a jinak vyvolávají zcela jiné typy chorob, např. kořenovou hnilobu nebo stonkovou nekrosu, žloutnutí rostliny aj. (fusaria ze skupiny *Martiella*). Naproti tomu některé houby vyvolávají za příznivých podmínek vadnutí téměř pravidelně. Jsou to ty, které jsou výraznými cévními parasity, jako houby *Fusarium* ze skupiny *Elegans* (*Fusarium oxysporum* Schl.) a houba *Verticillium alboatrum* R. et B. Někteří autoři vztahují pojem choroby označované jako vadnutí proto jen k těmto tracheomykosám (např. Wollenweber 1922).



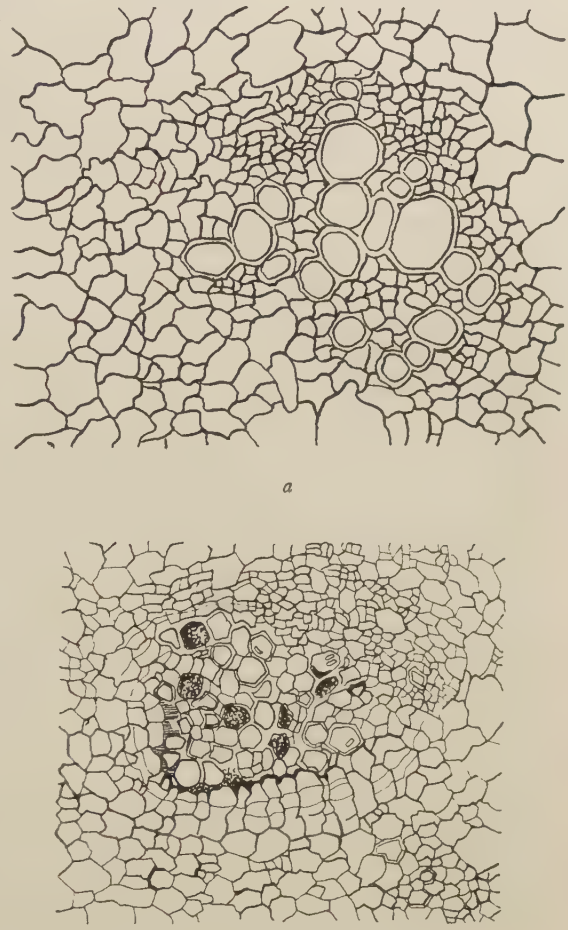
133. Schematické znázornění vadnutí banánovníku houbou **Fusarium cubense** na podélných a příčných průřezech osou, a — průřezy zdravým, b — napadeným stonkem.
Podle Wardlova

Mechanismus infekčního vadnutí může být různý. Někteří patogeni rozrušují kořenový krček a pak vyvolávají v cévních svazcích patologickou degeneraci (např. u hrachu napadeného *Fusarium orthoceras* App. et Wr. var. *pisi* Linf.), která vede za teplých dnů k poklesu vodní bilance a k vadnutí rostliny (obr. 133, 134), i když je v půdě dostatečná zásoba vody (Linford 1931a, b). Přísun a rozvod vody bývá mechanicky omezován zvláště tehdy, když cévní svazky (xylém) jsou napadány patogenem, jak je tomu např. u vadnutí okurek vyvolaného bakterií *Erwinia tracheiphila* (Erw. Smith) Holland. U jiných patogenů bývá příjem vody tlumen na histologickém podkladě, např. při onemocnění jedlých kaštanů houbou *Endothia parasitica* (Murr.) A. et A., kdy exsudáty původce dráždí hostitele k tvorbě četných thyl, které ucpávají cévní svazky (Bramble 1938). Ve většině případů dochází k patogennímu vadnutí následkem toxinů vylučovaných patogenem do cévních svazků (např. u fusarios). V těchto případech dochází k vadnutí nezřídka následkem vaskulární nekrosy (hlavně xylému), která není však podmínkou. Xylém může být též pouze transportní cestou pro toxiny, které se uplatňují až v jiných pletivech (Miescher

1950). Toxigenní vadnutí může být vyvoláno v podstatě dvěma typy látek, které vedou též k různému projevu doprovodných příznaků. Vlastní toxiny, vyvolávající pravé toxigenní vadnutí, tzv. marasminy, poškozují koagulačním způsobem semipermeabilitu fysikálních buněčných blan a vyvolávají tak poruchy osmotického systému. Jako příklad je možno uvést vadnutí rajčat napadených houbou *Fusarium lycopersici* Sacc., kdy následkem toxinu lykomarasminu procházejícího xylémem dochází k nekrose interkostálních pletiv listových, kdežto stonek a řapíky zůstávají neporušeny (například Gäumann, Naef-Roth et Miescher 1950). Naproti tomu parasitogenní glukosany (Hodgson, Peterson et Riker 1949), které vyvolávají tzv. fysikálně indukované vadnutí (Gäumann a Jagg 1950) ucpávají mezibuněčné prostory a žilky posledního řádu, čímž omezují přísun a výdej vody. Typickým symptomem předcházejícím vadnutí je nekrosa listové žilnatiny.

Toxiny se mohou v rostlinách tvořit rovněž jako následek virové nákazy (Kraybill et al. 1932, Kostoff, Gheorghiová 1943) a mohou po případě vyvolat i vadnutí rostlin (např. Tjallingii 1955, Suchov 1956).

Na rozdíl od typů vadnutí právě popsaných bývá pojmem vadnutí z čistě symptomatického hlediska (v širším smyslu) označován ochablý stav listů, výhonků, anebo celých nadzemních či podzemních částí rostlinných bez ohledu na to, zda má lokální nebo systemický charakter a zda je spontánním projevem vzniklého onemocnění či druhotným důsledkem nějakého poškození rostliny, resp. rostlinné osy. Tento typ vadnutí, který vzniká mechanicko-fysikálními poruchami vodní bilance rostliny, může být na rozdíl od ostatních typů vadnutí označován jako vadnutí druhotné. Dochází k němu



a

b

134. Histologický obraz vadnutí na hrachu, vyvolaného houbou *Fusarium orthoceras* App. et Wr. var. *pisi* Linf.: a — průřez zdravým pletivem, b — průřez infikovaným pletivem; v trachejích usazují se gumosní a zrnité, silně barvitelné substance.
Podle Linforda 1931

buď omezováním, po případě úplným zabraňováním přísunu vody do všech rostlinných částí a orgánů, nebo naopak stoupáním výdeje vody tak, že příjem vody nepostačuje nahradit transpirované množství. V prvním případě bývá druhotné vadnutí výsledkem nekrotických pochodů v parenchymu, pokračuje-li odumírání dále do cévního systému, který je pak částečně nebo úplně přerušen. Ve druhém případě dochází k poruše vodní bilance, jestliže vnější vrstvy tlumící vypařování (kutikula, epidermis plodů aj.) jsou poškozeny nějakým infekčním zárodkem nebo jinak. (V tomto případě dochází zpravidla k symptomatickému projevu, který je charakterisován jako vysychání a který je dostatečně znám zvláště při skladování různých rostlinných výpěstků; tehdy k němu značně napomáhá i nízká vzdušná vlhkost v prostředí, ačkoliv u různých parasitních chorob je obvyklé i za přirozených venkovních podmínek.) Druhotné vadnutí známe např. při lokální nekrose stonkových pletiv, kdy celý komplex symptomů bývá označován jako spála. Při tomto příznaku mluvíme proto někdy o vrcholovém vadnutí rostlinných částí nad poškozeným místem, jako např. u anthraknosy jetele, vyvolané houbou *Kabatiella caulivora* (K i r c h.) K a r. Vadnutí klíčenců nebo mladých rostlin, nazývané padáním nebo spálou, bývá druhotným jevem po nekrose (většinou hnilobě) hypokotylu. K vrcholovému vadnutí rostliny může dojít při větším poranění ať již mechanickém, nebo zaviněném různými živočišnými škůdci. V některých případech, když škůdce ničí kořeny nebo podzemní část stonku, může dojít k druhotnému zvadnutí celé rostliny, které je symptomaticky velmi podobné vadnutí primárnímu.

Přechod mezi těmito typy vadnutí a systemickým vadnutím celé rostliny tvoří stavy, při nichž dochází k nekrose a hnilobě stonkové base (německy Fusskrankheit). Jako typický příklad může být uvedeno vadnutí okurek způsobené houbou *Sclerotinia sclerotiorum* (L i b.) D e B y., kdy vadnutí následuje obvykle po hnilobě krčku vyvolaném houbou, jež zároveň působí toxigenně.

A p o p l e x i e je termín užívaný pro náhlé a rychlé vadnutí určitých orgánů, jejich částí nebo celých rostlin, které obvykle není spojeno s předcházejícími příznaky a při němž fáze vadnutí je vzápětí vystřídána konečným symptomem nekrosy — usycháním, zřídka hnilobou.

Označení apoplexie se obvykle užívá u onemocnění peckovin označovaného jménem mrtvice (viz III. díl), která se vykládá jako následek různých vlivů fysiologických nebo patogenních. Pokud jde o původce patogenního, je apoplexie většinou symptomem chorob vyvolaných pertofyty nebo toxikogenními organismy. Houby jako *Monilia* sp., *Botrytis* sp., *Valsa* sp., *Cytospora* sp. u ovocných dřevin, *Fusarium* sp. u různých jiných kultur jsou příkladem těchto původců vadnutí. Někdy může proběhnout apoplexie nepozorovaně, když odumření nastane během vegetačního klidu; stává se to např. u hub z rodu *Nectria* — K o b e l 1951. Naproti tomu moniliosy vyvolávají vadnutí obvykle během květu, po případě později.

Místní nekrosy

Skupina příznaků irreversibilní povahy různých typů, při nichž je poškození lokalisováno většinou na přesně vymezená místa napadených orgánů nebo diferencováno na určitá pletiva, převážně epidermální.

Mnohdy slabá nekrotická poškození jsou zesilována přítomností myceliových vláken patogena pod kutikulou nebo pod epidermis.

Skvrnitost je velmi obecný příznak listových chorob, u nichž vznikají více nebo méně okrouhlá nebo hranatá, přesně ohraničená mrtvá místa jako následek patogenního nebo fysiologického poškození, při němž napadené pletivo hnědne a zasychá.

Z patogenních původců mohou být příčinou skvrnitosti zvláště různé druhy hub, např. z rodu *Cercospora, Phyllosticta, Septoria, Pseudopeziza, Alternaria, Stemphylium, Ramularia* a četné jiné, různé bakterie [např. *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson] nebo i četné viry. U viros předcházejí obvykle nekrotickým skvrnitostem různé projevy žloutnutí nebo tzv. mosaik. Některé listové skvrny jeví vrstevnatění, vykládané jako následek přerušovaného růstu patogenního činitele, a to obvykle vlivem osvětlení nebo reakce rostliny. Typické skvrny vytváří např. houba *Alternaria* (na listech bramborů, řepy, durmanu aj.). Některé listové skvrny bývají obklopeny vrstvou pletiva žlutě nebo červeně zbarveného (u hub z rodů *Cercospora, Ramularia, Colletotrichum, Polyspora* aj.).

Tmavá až černá barva některých skvrn bývá většinou způsobena prorůstáním tmavého mycelia (např. *Diplocarpon rosae* Wolf.) nebo houbového stromatu [např. *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr.] v podpovrchových pletivech, jindy mikrochemickými pochody v mrtvých pletivech.

Skvrnitosti nejsou vždy vymezeny na listy. Mnohdy bývají i na stoncích nebo plodech (např. vyvolané houbami z rodu *Phoma* aj.), na kořenech [*Stemphylium radicinum* (M. Dr. E.) Neerg.] na mrkvi apod.

Nekrotické skvrny na lenticelách, které obvykle vznikají následkem špatné výměny plynů, bývají nazývány lenticelovou skvrnitostí (např. u hlíz bramborů, tzv. janathanová skvrnitost jablek aj.).

V nekrotických skvrnách, často na povrchu těla hostitele, se často během dalšího vývoje tvoří různé vegetativní nebo rozmnožovací orgány hub (např pyknidy u houby *Septoria apii*) (obr. 135).

Pruhovitost je termín užívaný pro prodloužené, úzké, často souběžné nekrotické skvrny u určitých listových chorob většinou jednoděložných rostlin. Houbového původu jsou např. pruhovitosti vyvolané houbami z rodu *Helminthosporium* (na obilninách a trávách — obr. 136) nebo *Heterosporium* některých okrasných rostlin (zvláště kosatců).

Čárkovitost označuje rovněž prodloužené nekrotické skvrny, často jen velmi úzké a krátké, vystupující na stoncích nebo listových nervech. Jako příklad je možno uvést nekrosy vyvolané na bramborových listech virem Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith].

Tečkovitost označuje odumírání pletiv, po případě malého okruhu buněk ve tvaru malých teček hnědě nebo temně zbarvených. Příznak je známý zvláště na bramborových listech napadených virem Y. Virového původu je rovněž tečkovitost listových řapíků a stonků fazolí (van der Want 1948), vyvolaná virem tabákové nekrosy (*Nicotiana virus 11* Smith) (Bawden a van der Want 1949).

Pihovitost je odumírání masitých pletiv právě pod epidermis dužnatých orgánů, jako plodů, hlíz apod., přičemž často dochází k poklesnutí pokožky, po případě k tvorbě korkového ochranného pletiva. Někdy bývá tento příznak spojen s hypertrofickou suberisací.

Příčiny pihovitosti jsou různé, často dosud nevysvětlitelné. Někdy může být původcem hmyz (zvláště s bodavým ústním ústrojím); příznak pak bývá označován jako stigmonosa. Částečně má tento symptomatický cha-

135. Příznak listové skvrnitosti na ořešáku, napadeném houbou *Marssonnina juglangis.* Drobné tečkovité plodničky (acervuli) jsou doprovodným znakem choroby.
Orig. J. B. Novák

136. Příznak pruhovitosti na ječmeni napadeném houbou *Helminthosporium gramineum.*
Orig. J. B. Novák

rakter i choroba plodů jablek označována jménem křenčení („bitter pit" — přičítaná virovému onemocnění a nedostatku boru — Atanasov 1934) (obr. 137).

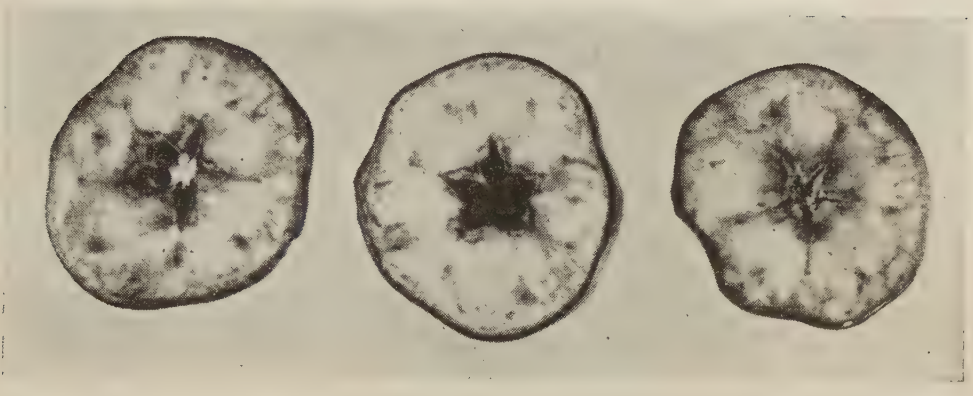
Nahloučením pokleslých nekrotických skvrn na plodech má povrch plodu hrbolatý vzhled, který bývá někdy označován jako neštovice [např. u mosaiky švestek zvané šarka — *Prunus virus 5* (Hutchins) Smith] (obr. 138).

Dírkovitost, perforace. Dírkovitostí označujeme takový příznak, kdy odumřelá pletiva nekrotických skvrn vypadávají a zanechávají kulatý otvor v listech nebo plodech. Jsou-li dírky nepravidelné nebo spojené, mluvíme spíše o perforaci. Stadium, které předchází dírkovitosti, se označuje jako suchá skvrnitost. Dírkovitost je častá zvláště u peckového ovoce, kde bývá vyvolána různými houbami (např. z rodů *Clasterosporium, Phyllosticta* aj.) nebo bakteriemi. Perforace pletiv není však diagnostickým znakem určitých houbových chorob (obr. 139); může být vyvolána nejrozmanitějšími vlivy, např. fysiologickými (po mrazu, krupobití, poškozením kouřovými zplodinami) nebo virovou infekcí.

Perforace a dírkovitost bývají rovněž často vyvolávány požerky různého hmyzu, zvláště housenek.

Destrukce (nekrotické destrukce). Destrukcí, objevující se zvláště na

137. Nekrosa dužniny jablek, označená jako křenčení: a — na Baumannově renetě, b — na příčném průřezu.
Orig. J. B. Novák



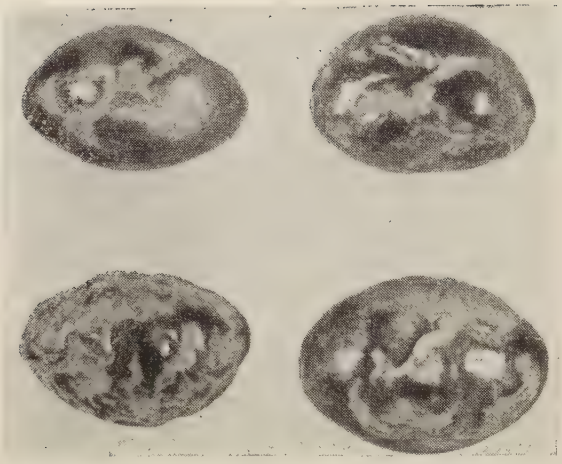
listech, rozumíme vypadávání odumřelých pletiv v souvislých partiích, především mezi nervy, na orgánech již zcela diferencovaných. Bývá projevem ničivého účinku toxických látek (např. kouřových zplodin, nevhodných postřiků) nebo je způsobena vlivy parasitními, např. viry. Typické destrukce nacházíme u nekrosy révy vinné, která je pokládána za virovou (obr. 140), (Kvíčala a Pfeiferová 1955, Fic 1956).

Stéblolam, spála, lámání stonku. Těmito jmény bývají označovány lokální nekrosy na stoncích, po případě na řapících, následované lámáním těchto orgánů a odumřením částí rostlin nad poškozeným místem.

Často jde o lokální kortikální nekrosy nebo nekrosy parenchymu. Při poškození dřevnatých částí se užívá termínu stéblolam (u obilnin vyvolaný např. houbou *Ophiobolus graminis* Sacc.) nebo lámání (např. u lnu, kde původcem bývá *Polyspora lini* Laff. apod.). U bylin bývá nekrosa obvykle následována vadnutím nad poškozeným místem a nazývá se pak souhrnným názvem spála [např. u jetelů — *Kabatiella caulivora* (Kirch.) Kar.].

Rakovina (nekrotická rakovina). Označují se tak ostře ohraničené nekrotické skvrny v kortikálních pletivech stonků, kořenů, po případě i hlíz, ponejvíce v kůře dřevin; charakteristická je často korose těchto pletiv a vzniklé otevřené rány. Jde o určitý druh poranění, který je trvalého rázu, nikoliv o rakovinné bujení, i když druhotné tvoření závalu někdy na ně upomíná.

Jako příklad onemocnění kůry kmenů nebo větví může být uvedena rakovina modřínu (obr. 141), rakovina jedlých kaštanů způsobená houbou *Endothia parasitica* (Murr.) And. et And. nebo různé rakoviny na jablo-



138. Znetvoření plodů švestek „neštovicemi“ při napadení virem zv. šarka.
Orig. J. B. Novák

139. Příznak dírkovitosti na listech třešně po napadení houbou *Clasterosporium carpophilum* Adehr.
Orig. J. B. Novák

ních vyvolané houbami *Nectria galligena* Bres., *Neofabraea malicorticis* (Cord.) Jack., *Physalospora malorum* (Pk.) Shear., *bakterií Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. (u nás se nevyskytující) aj. Onemocnění stonků tohoto typu nacházíme např. u konopí, slunečnice, fazolí, řepky, kde bývá vyvoláno houbou *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De By. Tvoření mrazových trhlin a ran je rovněž podobného charakteru.

Kolem nekrotických ran na kůře stromů se velmi často druhotně vytváří hyperplastické hojivé pletivo (kalus). Toto pletivo, pokud je ještě nezdřevnatělé, často odumírá a opět se nově tvoří. Tak se rána nehojí, nýbrž naopak se šíří a může způsobit i odumření větve (tzv. rakovina otevřená). Jindy mocně bující kalus překlenuje ránu a vytváří „rakovinné boule“ — vzniká tzv. uzlovitá rakovina. Opakující se tvorba kalusu upomíná na zhoubné bujení, které bývá rovněž někdy označováno jako rakovina. Je tedy patrno, že symptomatický význam slova rakovina nebývá vždy, zvláště v naší odborné literatuře, jednoznačný (viz str. 454). V tomto případě označuje výrazně nekrotický pochod, při němž tvorba kalusu je druhotná. Jindy bývají pojmem rakovina označovány hálky nebo tumory na rostlinných orgánech, které jsou morfogenními hyperplasiemi a hypertrofiemi (viz str. 438, 446).

Nekrosy dužniny. Název zahrnuje skupinu makroskopických vnitřních příznaků lokálního charakteru, patrných až po rozříznutí orgánů.

Setkáváme se s nimi u různých orgánů, zvláště u plodů, hlíz nebo kořenů a v jejich různých pletivech. Proto mívají různý charakter a různé příčiny. V některých případech bývají odumřelá pletiva doprovázena tvorbou sklerenchymatických buněk — tzv. kamenitost neboli lithiasis (např.

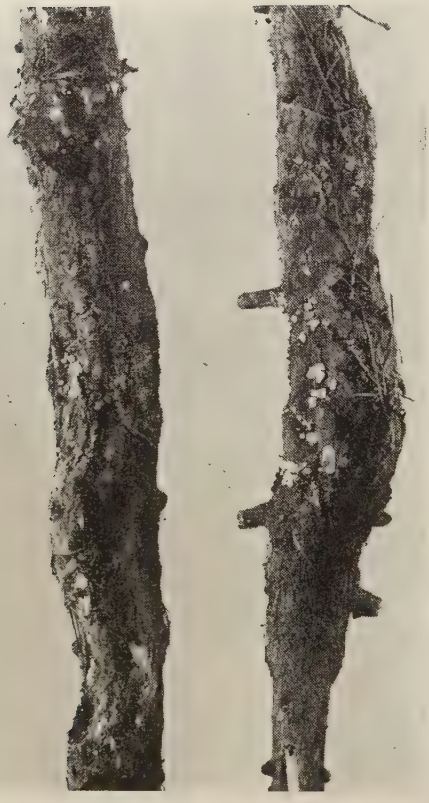
140. Interkostální nekrosa listů postupující v úplnou destrukci čepele. Virová nekrosa révy vinné. Orig. J. B. Novák

u hrušek), nebo tvorbou korkových infusí tzv. korkovité nekrosy (např. korkovitá kroužkovitost bramborových hlíz).

Jednotlivé nekrosy, často dosud nevysvětleného původu, se pro rozlišení označují různými názvy, zvláště podle barev: hnědá nekrosa, šedá nekrosa, železitá skvrnitost, rezivost dužniny — známé u bramborových hlíz. Příkladem nekrosy probíhající ve svazcích cévních je kroužkovitost bramborových hlíz, jejímiž původci mohou být různé bakterie [u nás hlavně *Corynebacterium sepedonicum* (Spieckermann et Kotthoff) Skaptason et Burkholder nebo různé druhy *Fusarium* sp.].

Spála, spálení, úžeh. Pod těmito termíny bývají obvykle uváděny „systemické" nekrosy povrchových pletiv listů, plodů, květů a pupenů, které vznikají náhlým usmrcením těchto orgánů a které jsou spojeny s hnědnutím a později usycháním, po případě hnilobou (u orgánů dužnatých). Jde o lokální nekrosy diferencované na epidermální pletiva.

Tyto příznaky bývají často charakteristické pro různé choroby fysiologické povahy, např. pro spálení listů fungicidy, slunečním úpalem, suchem, nebo pro otravu kouřovými plyny nebo produkty, poškození vlastního metabolismu (tzv. skládková spála jablek — „scald" — obr. 142) apod. Někdy bývají tyto nekrosy doprovázeny bělením pokožky nebo sousedních pletiv, po případě celého mesofylu a mají lokální charakter (spálení listů slunečním zářením v místech, kde se soustřeďují vodní kapky — např. při nesprávné zálivce okurek, salátu aj.).



141. Nekrotická rakovina modřínové větve při napadení houbou *Dasyscypha Willkomii* (Hart.) Rehm. Orig. J. B. Novák

Tento příznak nesmí být zaměňován s lokální nekrosou stonků následovanou vadnutím a označovanou týmž jménem (viz výše) ani se „spálou" jako vžitým názvem některých chorob (např. spála řepy, lnu aj.).

Exsudáty (výtoky)

Je to skupina symptomů, často druhotných, které jsou charakterisovány vyměšováním nebo výtokem různých tekutin. Výtok je většinou reakcí rostliny na vzniklou chorobu (většinou poranění) nebo produktem patologických pochodů uvnitř pletiv, která se po případě rozpadají.

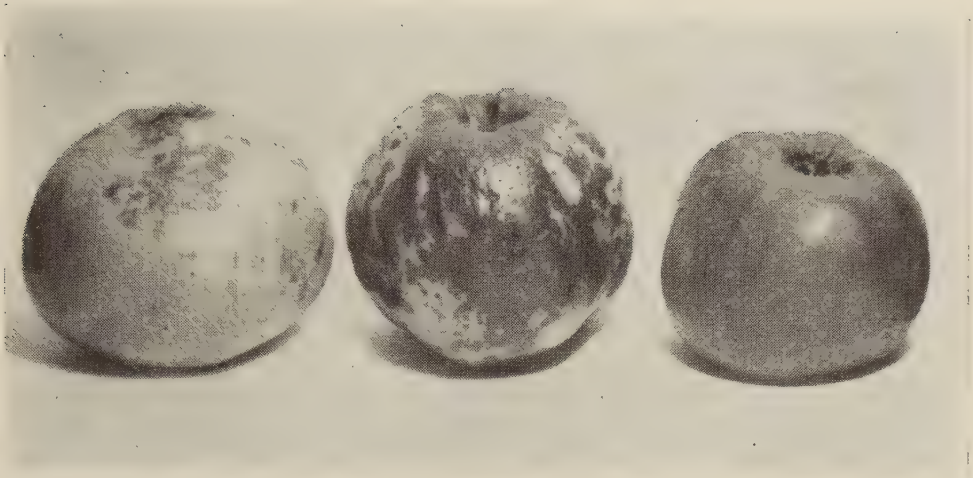
Gutace, tj. vylučování přebytečné vody z listů hydatodami, nemá patologický charakter.

Slizový výtok je označení pro různé mucilaginosní exkrety, projevující se jako druhotný symptom u některých chorob houbových nebo bakteriových, zvláště hnilob.

Typickými příklady jsou slizovité až gumovité exsudáty na okurkách napadených černí okurkovou (choroba zvaná též gumosa okurek, vyvolaná houbou *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth.) nebo bakteriové exsudáty z trachejí při napadení řepy „gumosou". Podobným případem je medovice tvořící se na basi žitných květů při napadení námelem [*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.]. Tímto jménem se rovněž označují sladké exkrety mšic na listech, na nichž se často usazují druhotné černě. Medovice se vytváří také při elektrickém napětí, zejména při tichých elektrických výbojích nebo při výstředních teplotách.

Klejotok (gumosa) označuje výtok lepkavé gumy glycidové povahy z buněk a buněčných stěn u dřevin trpících chorobami kůry a dřeva nebo u plodů, jejichž pletivo dužniny se rozpadá (obr. 143).

Klejotok je obecným symptomem u peckového ovoce, zvláště po poranění; vytéká z ran nebo z jiných otvorů v kůře. Často bývá následkem rozpadu dřevního parenchymu. Příčinou výtoku gumy bývají, kromě vlastního poranění, různé nepříznivé vlivy klimatické a půdní nebo napadení cizopasnými organismy [např. *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh. nebo *Pseudomonas syringae* van Hall na třešních], po případě škůdci. Klejotok plodů bývá často následkem poranění hmyzem, např. pilatkou švestkovou u slív a švestek. Někdy je gumosa pouze vnitřního



142. Povrchová nekrosa epidermální vrstvy fysiologického původu u jablek, označovaná jako spála („scald"). Choroba postupuje od menších skvrn až v celkovou nekrosu slupky a malvice.

Orig. J. B. Novák

charakteru [např. u virové mosaiky plodů švestek *Prunus virus* 5 (Hutchins) Smith]. (Smolák, Novák 1957.)

Resinosa (smolnatění) je abnormální výtok pryskyřice z ran u konifer. Často bývá následkem různých mykos [např. při napadení modřínu houbou *Dasyscypha willkomii* (Hart.) Rehm. nebo při napadení některými rzemi, jako *Cronartium ribicolum* Dietr. na vejmutovkách apod.]. U těchto chorob většinou není výtok pryskyřice ochrannou reakcí vůči patogenu ve smyslu Gäumannově (Gäumann 1946), ale jeho následkem.

Hniloby

Skupina příznaků lokálního i systemického charakteru; je konečnou fází nejrůznějších chorob, při nichž dochází k rozkladu.

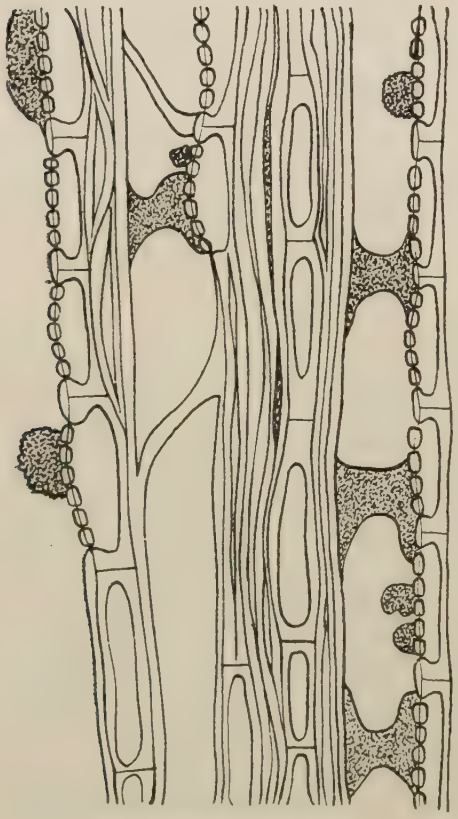
Hniloba. Je to pojem označující stav mrtvých pletiv ve více či méně pokročilém stadiu rozkladu. Jde o niterný rozklad vyvolaný patogenem, anatomicky charakterisovaný cytolysou buněk nebo pektinolysou střední lamely (obr. 144). Hniloby většinou bývají způsobovány různými houbami nebo bakteriemi. Četné typy hnilob se označují různými názvy, a to buď podle vyvolané konsistence napadeného orgánu (např. měkká, mokrá, suchá hniloba) nebo podle typického myceliového porostu patogena [zelená — *Penicillium* sp., bílá — *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De By., růžová — *Trichothecium roseum* (Bull.) Lk., červená nebo fialová — *Rhizoctonia violacea* Tul., šedá — *Botrytis* sp., černá — *Alternaria* sp. (obr. 145), *Phoma* sp., *Monilia* sp., *Sphaeropsis* sp. aj.] anebo konečně podle napadené části rostliny (srdečková hniloba — např. řepy, máku, celeru aj.).

Suchou hnilobu nacházíme buď tam, kde pominuly podmínky pro rychlé mokré hnití a hniloba se zpomaluje nebo kde houba spotřebuje k rozkladnému pochodu vodu z dužnatých pletiv rostliny (např. u fusariových hnilob

česneku, brambor (obr. 146) aj.). Pro toto onemocnění se někdy užívá termínu zteření (např. u česneku). Suché hniloby vnitřku orgánů mohou způsobit dutost těchto orgánů (např. u brambor).

Hnilobami mohou být postiženy všechny části nebo orgány rostlin, ponejvíce však orgány dužnaté, jako plody, kořeny, hlízy, stonky, po případě listy a květy.

U dřeva, které se rozkládá následkem napadení dřevokaznými houbami, se užívá termínu hniloba k označení pochodu anaerobního, po případě termínu tlení, jde-li o pochod aerobní. U dřeva skladovaného, již mrtvého, se hnilobný rozklad označuje jako trouchnivění. Příkladem různých hnilob dřeva mohou být dva extrémy: V prvním případě dochází k rozkladu ligninu, přičemž v dřevě zůstávají nerozloženy pouze bílé celulosové blány — tzv. bílá hniloba. Mezi houby vyvolávající tento druh rozkladu (tzv. houby lignivorní) patří mnoho různých hub chorošovitých (*Polyporaceae*), z nichž mnohé parasitují též na ovocných stromech, např. ohňovec ohňový [*Phellinus igniarius* (L.) Quél.], chorošovník šupinatý [*Polyporellus squamosus* (Huds.) Karst.], outkovka pestrá [*Trametes versicolor* (L. et Fr.) Pilát] aj. Stejného charakteru bývá též hniloba vyvolaná václavkou [*Armillaria mellea* (Vahl.) Quél.] a voštinová hniloba působená houbou *Stereum frustulosum* (Pers.) Fr. nebo *Phellinus pini* (Thore) Pilát (obr. 147).



143. Histologický charakter gumosy.

Druhý extrém tvoří houby rozkládající celulosu (celulosovorní houby), takže dřevo se zbarvuje do červena nebo do hněda od zbylého ligninu (tzv. červená a hnědá hniloba). Jako příklad mohou být uvedeny choroby vyvolané na ovocných stromech choroši [*Grifola sulphurea* (Bull.) Pilát a *Gloeophyllum trabeum* (Pers.) Murill] nebo hniloba březového dřeva působená chorošem *Piptoporus betulinus* (Bull.) Karst.

Niterný rozklad. U některých plodů, zvláště jádrového ovoce, dochází často vlivem různých fysiologických pochodů k lokálním nekrosám dužniny, které se pak rozšiřují na celou dužninu. Tento pochod, často výrazně enzymatického charakteru, bývá označován jako niterný rozklad. Jde vlastně o rozklad dužniny, který není vyvolán parasitním činitelem, ačkoliv při něm často druhotně dochází i k různým „hnilobám". Příkladem je častý rozklad dužniny jablek nevhodně uložených nebo přezrálých. U hrušek tento jev bývá často označován jako hniličkovatění.

Mumifikace je příznak, který se projevuje v konečných stadiích hnilob, zvláště ovoce. Shnilé plody ztrácejí rychle vodu, takže po vyschnutí dostávají vzhled scvrklých mumií. Je častým jevem u monilios jádrového a peckového ovoce, nebo u kedlubnů napadených houbou *Phoma lingam* (Tode) Desm.

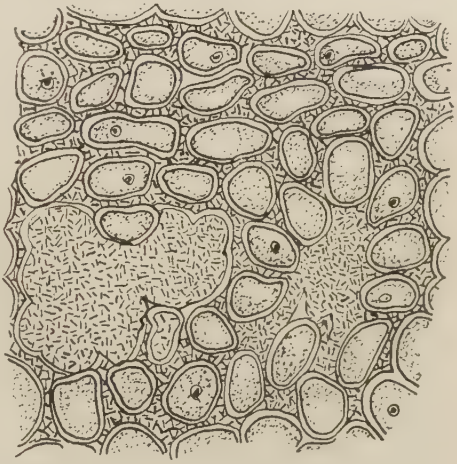
Padání, někdy nevhodně nazývané spálou (lépe kořenovou spálou) je rychlé hnití base stonku nebo celého hypokotylu klíčenců, jemuž následuje přepadávání vrcholků — vadnutí. Bývá často vyvoláno vlivy fysiologickými (označuje se pak obvykle jako spála — např. řepy a máku) nebo různými houbami žijícími na povrchu půdy [*Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp., *Olpidium* sp., *Alternaria* sp., *Phoma lingam* (Tode) Desm., *Asterocystis radicis* De Wild. aj.].

Podobný jev se objevuje někdy i u dospělejších rostlin, kdy dochází rovněž k nekrose a hnilobě base stonků spojené s vadnutím rostliny jako konečným symptomem — např. černání stonku brambor, vyvolané bakterií *Erwinia carotovora* (Jones) Holland.

Usychání

Usycháním nazýváme skupinu příznaků většinou systemických, které jsou konečnou fází nejrůznějších typů chorob, při nichž nedochází k rozkladu. Je vždy irreversibilní povahy a označuje rychlý průběh nekrosy.

Tomuto typickému příznaku obvykle předchází hnědnutí pletiv. Usychání velmi často následuje po vadnutí, takže mnohdy oba tyto jevy splývají; obvykle pak při rychlém průběhu vadnutí bývá celý symptomatický projev označován jako usychání (např. u větví stromů). V některých případech předchází systemickému zaschnutí celé rostliny usychání lokální [např. u *Phytophthora infestans* (Mont.) De By.]. Listy během vegetace usychají též následkem slunečního úpalu, po poškození kouřovými zplodinami a podobnými vlivy. Typem usychání je také mumifikace plodů, často jako následek předcházející hniloby. Usychání listů koncem vegetační periody bývá u některých rostlin normálním fysiologickým pochodem.



144. Rozpuštění střední lamely buněčných stěn (pektinolysa) při napadení bakteriemi. Všeobecný rozpad pletiv je spojený s hlenovitostí a gumosou. Mokrá hniloba křenu vyvolaná bakterií *Erwinia carotovora* Jones Holland.
Podle Klebahna.

Symptomy hypoplastické

Hypoplastické symptomy charakterisují buď zastavení nebo poruchu v množení, po případě v diferenciaci buněk, pletiv a orgánů, čímž dochází k zastavení růstu rostliny nebo některých jejích částí. Vystupují většinou komplexně s jinými hypoplastickými symptomy, po případě i s hypertrofiemi, v některých případech též jako následek nekrotických pochodů.

145. Černá hniloba na mrkvi vyvolaná houbou *Stemphylium radicinum* (M. Dr. Ed.) Neerg.
Orig. J. B. Novák

146. Suchá hniloba brambor vyvolaná *Fusarium* sp., která vytváří na munifikující hlíze bělavá sporodochia (jakožto znak choroby).
Orig. J. B. Novák, foto Peterka

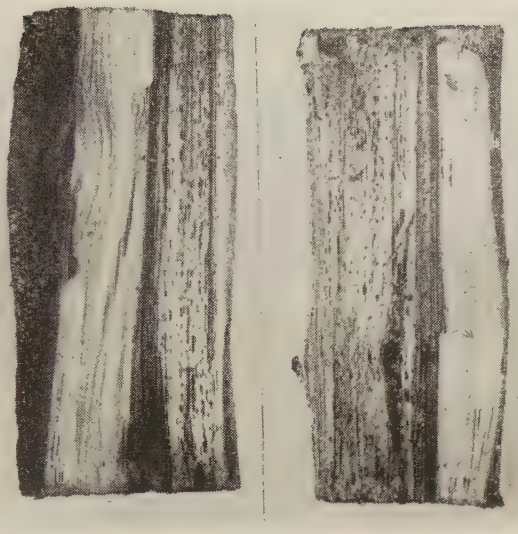
Hypoplastické diskolorace

Skupina příznaků většinou lokálních, které jsou charakterisovány poruchou normálního zbarvení, často reversibilní povahy. Prakticky je lze někdy těžko rozeznat od nekrotických onemocnění.

Albikace je projev onemocnění vyjadřujícího vnitřní poruchu vývoje chlorofylu, která se vyznačuje částečným až úplným albinismem (bělavostí) orgánů obsahujících chlorofyl. Zdá se, že v některých případech může mít též nekrotický charakter. Albikace bývá někdy lokálně vymezena, jindy zachvacuje celý orgán. Povaha onemocnění je často neznámá,

někdy je však vztahována více nebo méně oprávněně k virosám. Příkladem této choroby je albikace řepných listů, která bývá většinou původu genetického, jindy však bývá vyvolána virem mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith].

Velmi častým symptomem stejného charakteru je tzv. panašování (variegace), které je charakterisováno střídáním partií zelených se světle zelenými až bílými nebo žlutými. I v bílých partiích je dokazatelný chlorofyl, avšak obvykle v menším množství a až v pletivech podpovrchových; panašované orgány mívají obvykle charakteristicky vytvářená jednotlivá pletiva. Rozeznáváme několik typů panašování, z nichž nejčastější jsou: panašování sektorální (obr. 149), marginální (okrajové) a mramorovitost (rozptýlené skvrny po listech). Etiologicky je buď nepřenosné, původu genetického, nebo povahy infekční, virové. Příkladem virového panašování je mramorovitá mosaika na *Abutilon striatum* Dicks. var. *thomsonii* Veitch, kterou vyvolává *Abutilon virus 1* (Baur) Smith, přenosný molicí *Bemisia tabaci* Gen., která se však u nás nevyskytuje (Orlando a Silbersmidt 1945*).



147. Voštinová bílá hniloba dřeva borovice vyvolaná houbou *Phellinus pini*.
Orig. Peklo, foto J. B. Novák

148. Zborcení nervatury na panašovaném listu.
Podle Küstera

* Pozn.: Infekční podstatu (virovou) má rovněž celá řada pestrolistých forem různých okrasných dřevin, jak bylo poznáno již před více než 50 lety (např. Bauer 1904, Lindemuth 1907 aj.). Naproti tomu neinfekčního charakteru je např. panašování révy vinné (Straňák, Blattný, Klečka 1931 aj.). Studiem panašování se u nás zabýval Milovidov (1924), Peklo (1914) aj.

149. Sektoriální panašování maďalu. Orig. J. B. Novák

Chlorosa (žloutenka). Termínu chlorosa nebo žloutenka se užívá pro skupinu většinou systemických příznaků, charakterisovaných poruchou chlorofylu. Tyto poruchy vznikají zastavením vývoje zeleného barviva v listech; Scheffield (1933) a Cook (1926) uvádějí, že nepřítomnost chlorofylu je způsobena zastavením vývoje plastidových primordií. Pojmem chlorosa bývají tedy označovány takové barevné změny mladých orgánů, při nichž nedochází k plné diferenciaci chlorofylových orgánů (obr. 150, 151), kdežto pod názvem ikterus neboli žloutnutí (viz str. 406) se rozumí taková ztráta barvy, která nastává teprve po úplném diferencování. Protože se v listech trpících chlorosou vytváří chlorofyl jen sporadicky, takže postižené listy mívají bledší barvu, bývá pro tento typ příznaků (převážně však u poruch karenčních) užíváno též označení blednička (něm. Bleichsucht — Merkenschlager 1933).

S projevem chlorosy v tomto smyslu*) se setkáváme zvláště u celé řady chorob virových**), u nichž bývá chlorosa typickým příznakem (Smith 1951), a pravděpodobně též u některých chorob karenčních a to při nedostatku těch prvků, které rostlina nutně potřebuje k vývoji chlorofylu. Mimo jiné může být chlorosa vyvolána též poruchami klimatickými, zvláště mrazovými, jestliže mráz působí na mladá pletiva dosud plně nediferencovaná***). S touto mrazovou žloutenkou se často setkáváme ve školkách na hrušních nebo meruňkách.

Přestože podle patologických pochodů probíhajících v buňkách bylo vymezeno používání termínu ikterus a chlorosa pro určité specifické případy, velmi často dochází k záměnám těchto dvou pojmů†); kromě toho se jednotlivých termínů (žloutnutí, ikterus, chlorosa, blednička, žloutenka) užívá ve stejném nebo v neodpovidajícím smyslu. O žloutnutí se mluví obvykle jako o doprovodném nebo počátečním příznaku mnoha různých chorob, takže význam tohoto pojmu je čistě symptomatický. Naproti tomu ostatní termíny bývají obvykle vztahovány k určitým skupinám nebo typům chorob, po případě k určitému původu choroby bez ohledu na průběh patologických pochodů v buňkách. Pojmu ikterus bývá užíváno zvláště k označení některých chorob nedostatkových (viz str. 52). Ve vztahu ke karencím se

*) Rusky želtucha (např. Ryžkov 1944), německy Vergilbung, anglicky yellow, francouzsky jaunisse.

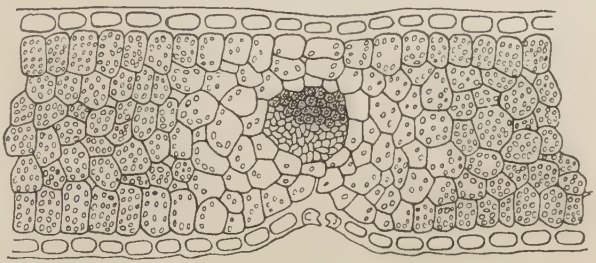
**) Některé viry zasahují však již zralé chloroplasty a vyvolávají jejich žloutnutí — např. virus žloutenky aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith] Smith 1951.

***) Diskolarace listů vyvolané působením mrazů nebo nízkých teplot během vegetace (af již na podzim, nebo v pozdním jaru) bývají projevem nekrotického onemocnění, a mají být tudíž správně charakterisovány jako žloutnutí. Na travách tyto jevy upomínají na panášování.

†) Sorauer již v r. 1915 (podle Whetzela 1925) upozorňuje, že užívání pojmu chlorosa jako synonyma žloutnutí nemá být připuštěno.

používá též pojmu chlorosa, a to zvláště v těch případech, kdy rostliny trpí nedostatkem nebo příjmovou poruchou železa*). V tomto významu je známé označení chlorosa zvláště u ovocných stromů (převážně peckovin) a révy vinné. Termínu blednička se užívá hlavně ke zdůraznění bledého odstínu zeleně na rozdíl od patologické žluti rostlin trpících poruchami chlorofylu, a to jak ve významu chlorosy (jako pochodu hypoplastického), tak i ve významu nekrotického ikteru. Ve více významech se užívá zvláště označení žloutenka, a to nejen správně jako synonymum s chlorosou, nýbrž i ve stejném významu jako ikterus, žloutnutí a po případě i blednička; při používání termínu žloutenka se tedy nejčastěji nesprávně chápe pojem chlorosa (žloutenka).

V praxi se zpravidla nerozlišují onemocnění žloutenková od žloutnutí, takže s označením žloutenka se udává obvykle ke zdůraznění charakteru onemocnění také původ — např. virová žloutenka, bakteriová žloutenka, žloutenka z chladna, mrazová žloutenka, kaliová žloutenka, či mosaika (při nedostatku drasla — Baudyš 1929), fysiologická žloutenka (pro choroby abiotického původu bez udání vlastní příčiny onemocnění) apod. Symptomaticky bývají žloutenky někdy označovány i podle toho, jakého typu a rozsahu je odbarvení vyvolané chorobou na listech. Tak se rozlišují žloutenky totální, sektoriální, rozptýlené nebo difusní apod. (např. Blattný, Smolák in lit. aj.). Nezřídka přecházejí některé typy žloutenek do symptomů mosaik. Názvoslovný chaos při používání termínu žloutenka je zvětšován tím, že mnohé choroby bývají označovány jako žloutenky, aniž mají charakter tohoto symptomu nebo chorobného procesu, který se k pojmu chlorosa vztahuje. Tak např. onemocnění cibule, které vyvolává *Allium virus 1* (Melhus) Smith bývá často označováno jako žloutenka cibule, ačkoliv jde o chorobu mosaikového typu. Podobně systematické zařazení virů do skupiny žloutenek (*Chlorogenaceae* — Holmes 1948, želtuchy — Suchova Vovk 1949) se nekryje plně se symptomatickým označením.



150. Úbytek chlorofylu projevující se na průřezu listem cukrovky, který je napaden nervovou žloutenkou způsobenou virem „yellow-net“.
Podle Klinkowskiho a Schmelzera

Mosaika. Symptomaticky jde o žloutenku lokalisovanou na určitá místa. Vzhledem k tomu, že se s mosaikami setkáváme hlavně u chorob virových**), označuje pak mosaika nejen typický příznak mnoha virových chorob, ale i zvláštní skupinu viros poměrně lehce přenosných a šířících se v parenchymu, po případě i ve floemu.

Ačkoliv názvem mosaika bývají označovány téměř výhradně virosy, jsou

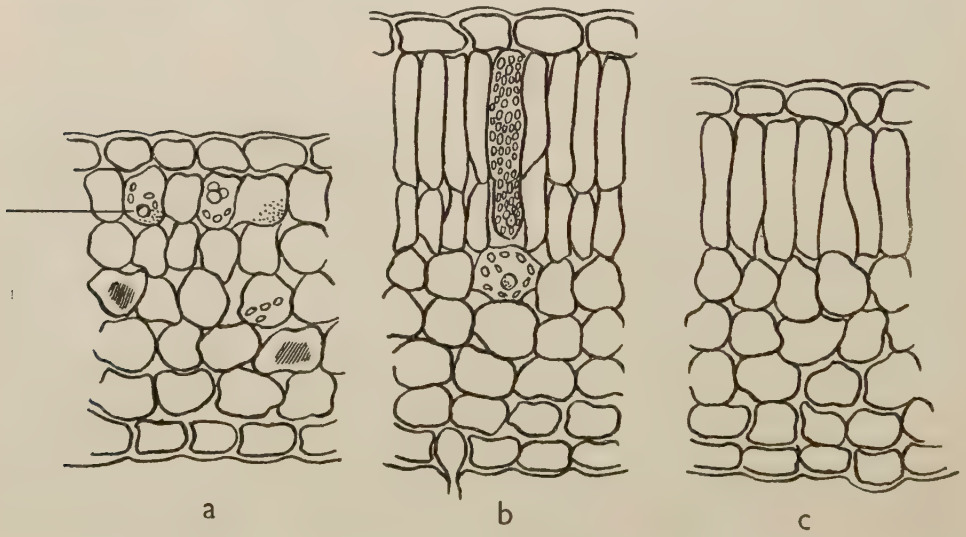
*) Nastává-li nedostatek železa nadměrným množstvím vápna v půdě, mluví se o kalciose.

**) Pozn.: Termínu mosaika použil poprvé Mayer (1886) při objevení mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith].

známy i mosaikové symptomy u chorob vyvolaných bakteriemi nebo houbami (např. mosaikové kroužky vyvolané na plodech rajčat houbou *Botrytis cinerea* Pers.); většinou jsou však tyto příznaky vyloženě nekrotického charakteru.

Mosaiky nebývají vždy charakterisovány pouze žlutou skvrnitostí, nýbrž i skvrnami v různých odstínech od zelené k žluté nebo od zelené k bílé. Projevují se v rozličných stupních a typech a jsou označovány různými názvy, jako mosaiková skvrnitost, kropenatost, proužkovitost, mosaika kroužkovitá, pásková, ornamentální, mramorovitá, nervová apod. (obr. 152, 153). Někdy mosaiky tvoří zvláštní vzory. U virových mosaik bývá ve většině případů skvrnitost omezena na ty listy, které byly během infekce (při vzniku choroby) v aktivním růstu, takže se dá předpokládat, že dojde spíše k zabránění vývoje plastidů než k jejich nekrotické destrukci a degeneraci*) (Smith 1951). V některých případech se u rostlin setkáváme s přechodnými defekty chlorofylu, které se nám na listech projevují jako zdánlivé mosaiky. Známé jsou např. mosaikové skvrny na saintpauliích a kameliích, souvisící s nepříznivými podmínkami světelnými a vlhkostními, různé spály a úžehy listů (mající však charakter většinou irreversibilní nekrosy) nebo zdánlivé mosaiky souvisící se změněnou látkovou výměnou. Tak např. listy *Gomphrena globosa* L., které snadno zakořeňují, jsou-li odděleny od mateřské rostliny a zasazeny, mobilisují v těchto případech živiny z listů, takže dochází k poruchám chlorofylu a neparasitnímu mosaikování listů (Köhler 1954).

*) Pozn.: Podle Cooka (1947) účinek viru na chlorofyl může se projevovat buď destrukcí chlorofylu, nebo útlumem tvorby chloroplastů; závisí to na druhu viru.



151. Vliv mosaikového onemocnění na stavbu listu. Schematický řez listem tabáku, a — hypoplastickou partií, b — tmavozeleným místem s hypertrofií palisádového pletiva, c — normálním tmavozeleným pletivem.

Podle Dicksona

Podobně změny na bramborových listech vyvolané ekologickou depresí úplně upomínají na virové mosaiky.

Achromatosa označuje zvrat zbarvení vyvolaný potlačením nezelených pigmentů v napadených pletivech. Tak např. houba *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr. udržuje zelené ostrůvky na čepelích jinak podzimně zbarvených. Tento zvrat je znám rovněž u mnohých virových mosaik (např. zelené mosaikování „květů" okrasného ďáblíku). U některých mosaik dochází k zdánlivé achromatose tehdy, je-li většina míst na listu mosaikových, takže na nažloutlém listě jsou vlastně patrny „mosaikové" skvrny zelených partií (např. u cukrovky).

152. Mosaikové kresby na listech *Nicotiana tabaccum* L. vyvolané virem vojtěškové mosaiky (*Medicago virus 1* Weimar, Smith).
Orig. J. B. Novák

Etiolování je komplex symptomů vyznačujících se nedostatečným vývojem chlorofylu v zelených orgánech rostlin; bývá doprovázeno hypoplastickými morfosami a hypertrofiemi (většinou epidermálních buněk). Zevně bývají etiolované rostliny charakteristické většinou bledým zbarvením listů a os, přičemž jejich význačným morfologickým charakterem je zakrňování listů a květenství, jemuž předchází vybíhání klíčů, prodlužování internodií, listových řapíků a po případě i celých rostlin. Nezřídka dochází při etiolování rostlin i k zakřivování (distorsi) jejich os, které bývají tenší než osy normální. Habitus etiolovaných rostlin je následkem všech těchto změn značně odlišný od rostlin normálních a je pro etiolování typický.

Po stránce anatomické charakterisuje etiolované rostliny nedostatečný vývin chloroplastů a drobná chlorofylová zrna (jak zjistil např. již Kraus 1869—70). Odchylky v histologické struktuře onemocnělých rostlin proti rostlinám zdravým jsou typické tím, že všechny diferenciační pochody probíhají nedokonale. Mesofyl buď nebývá vůbec diferencován na palisádový a houbový parenchym, anebo jsou rozdíly mezi těmito typy základního parenchymatického pletiva málo zřetelné. Podobně cévní svazky jsou málo vyvinuty. Na epidermis etiolovaných rostlin se vytváří menší počet stomat a trichomů než u zdravých rostlin.

Etiolování bývá většinou produktem vývoje rostlin ve tmě nebo za sníženého požitku světelného (viz str. 445) a má charakter reversibilní, jestliže rostliny nebyly v těchto podmínkách dlouho. Podle stupně nedostatku světla se setkáváme i s různými stupni etiolování. K blednutí dochází pouze při poměrně značném nedostatku světelného požitku, avšak morfologický projev etiolování, zvláště prodloužení internodií a listového řapíku,

153. Symptomaticky odlišné typy mosaiky na pivoňce: vlnovitá či pásková (vpravo), kroužkovitá (uprostřed) a skvrnitá (vlevo).
Orig. J. B. Novák

se dostavuje již při malém nedostatku. Útlum diferenciace pletiv nastává však nezřídka i tehdy, kdy vnější vzhled rostliny je dosud normální (Küster 1916).

Morfologická a histologická charakteristika etiolování, hlavně nadměrné prodlužování určitých orgánů a nedokonalá diferenciace pletiv, byly zjištěny i při pěstování rostlin na světle; je to způsobeno různými vnějšími podmínkami, zvláště je-li jimi silně potlačována transpirace nebo dochází-li při nich k poruchám výživy. Tak se mluví o tzv. etiolování z hladu (Noll 1901), jestliže kořeny pšenice se nadměrně prodlužují následkem nepříznivé, bezdusíkaté výživy. Podobné abnormální změny nacházíme u orgánů různých rostlin, jestliže byly napadeny parasitem. Zvláště známé je deformování pryšců rzemi z rodu *Uromyces* [např. *Euphorbia cyparissias* L. — *Uromyces pisi* (Pers.) Wint.] (obr. 154), infikování sasanek rzemi z rodu *Puccinia* aj. Příznaky etiolování mohou být na rostlinách vyvolány též různými škodlivinami přítomnými v ovzduší, jak bylo pozorováno např. na hypokotylu ovsa (De Vriesová 1917).

Pestrobarevnost je termín užívaný u květů napadených virovou mosaikou, která potlačuje vývoj některých barevných pigmentů. Choroba je charakteristická většinou jemnými proužky nebo barevnými kresbami odchylného zbarvení. V některých případech dochází též k vybělování nervů na korunních plátcích. Typickým příkladem jsou pestrobarevné, tzv. Rembrandtovy tulipány, které jsou postiženy virosou.

Hypoplastické morfosy

Hypoplastickými morfosami nazýváme skupinu příznaků, často komplexních, které jsou charakterisovány změněným tvarem rostlin nebo orgánů, často za současného potlačení jejich vývoje, po případě i růstu. Pokud se s nimi setkáváme jako s příznaky virových chorob, bývají tyto morfosy často kombinovány s různými jevy dekoloračními, po případě s nekrosami.

Hypoplastické destrukce. Úplné potlačení vývoje určitých orgánů po jejich částečné diferenciaci se označuje pojmem destrukce.

Příkladem je destrukce semeníků žita po napadení námelem (někdy označovaná jako abortace semeníku). V častých případech k diferenciaci orgánů vůbec nedochází. Tak např. při napadení osinatých pšenic snětí *Tilletia levis* Kühn se osiny vůbec nevyvinou (suprese). S četnými destrukcemi orgánů, ponejvíce květních nebo semenných, se setkáváme u rostlin napadených různými druhy snětí, zvláště u obilnin a trav. Sněti mazlavé ničí pouze vnitřek semene (embryo s endospermem), kdežto sněti

kryté zničí i osemení a sněti prašné i oplodí (pluchy a plevy), někdy také stéblo a pochvu.

Atrofie. Pojmu atrofie se užívá zvláště v humánní medicině. Někdy se jí označují výsledek degenerativních změn, po případě i těžkých destruktivních nekros určitých tkání, obvykle však značí zmenšování buněk při zachování podpůrné tkáně, aniž se přitom zvětší počet buněk. Orgány se pak zmenšují, „chřadnou" a mění se i tvarově. Atrofie bývá často vysvětlována tím, že buňka pro poruchu funkcí buď vůbec nemůže přijímat živiny nebo nedostává dostatek živin.

V rostlinné patologii, kde lze vhodně užít i pojmu distrofie, můžeme těmito pojmy označovat částečné potlačení vývoje určitých orgánů následkem jejich podnormální diferenciace, a to nejen potlačení rozměrů. Obvykle jde o porušení tvaru a symetrie při současném redukování velikosti orgánů, takže atrofie jsou redukcemi jak tvarů, tak i rozměrů; jsou tedy příznaky deformačními, při nichž nejde pouze o zakrslost orgánů. U jednotlivých rostlinných buněk se atrofie projevuje hlavně zmenšováním jádra a scvrkáváním, po případě i odbarvováním chloroplastů. Bývá též jedním z příznaků stárnutí buňky.

154. Etiolovaná rostlina pryšce chvojky (vpravo) při napadení rzí *Uromyces pisi* (Pers.) Wint. a normální rostlina nenapadená (vlevo). Orig. J. B. Novák, foto Kotrba

Velmi často se setkáváme s příznakem listových atrofií u virových chorob. Listové čepele bývají nesouměrné, „zářezovité", jakoby odkrojené, často zmenšené. Celokrajné listy se mění v úkrojkové, např. kopřivovitost listů chmele (Blattný, Osvald 1949). Toto částečné potlačení listové čepele (redukce listů — Smolák 1949) je charakteristické u některých virů na určitých hostitelích a vede někdy až k úplnému potlačení interkostálního mesofylu. Tak např. virus mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] vytváří na listech rajčat silné zářezy, takže listy mají úplně pozměněný tvar (tzv. kapradinovitost listů). Podobně některé kmeny viru mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] působí zredukování listového čepele rajčat až na malé úkrojkovité zbytky kolem hlavních nervů (tzv. filiformní listy). Tento morfogenní vliv virů není ovšem specifický jen pro viry, nýbrž může být vyvolán též vlivy fysiologickými, hlavně podnormálními teplotami, osvětlením apod. Příkladem může být opět neinfekční kapradinovitost listů rajčat (Baudyš 1937) nebo obdobné deformace a zářezovitosti vyvolané působením mrazů. Morfogenní povahu vlivu tepla na rostliny prokázala experimentálně Poplavská (1948) u smetanky (*Taraxacum officinalis* L.). Za nízkých teplot vytvářela smetanka listy vykrajované, kdežto při normálních teplotách listy téměř celokrajné.

155. Rosetovitá větévka švestky s nahloučenými listy na vrcholu následkem zpomaleného růstu vegetačního vrcholu, který byl poškozen. Orig. J. B. Novák

Listové atrofie bývají velmi často doprovázeny distorsí cév, po případě os (viz str. 431, obr. 148).

Atrofie a zakrslosti plodů se jeví jako plodové deformity. Mohou být vyvolány jak různými vlivy abiotickými, tak i parasity. Často vznikají jako následek různých lokálních poškození a nekros, např. po sání hmyzem (zvláště mšicemi, plošticemi, mérami apod.). Deformity plodů mívají někdy současně hypertrofickou povahu. Jako příklad lokální atrofie pletiv může být uvedeno potlačení diferenciace oddělovacího pletiva u listů, takže odumřelé listy zůstávají přes zimu na stromech, jako tomu bývá při napadení třešní houbou *Gnomonia erythrostoma* Pers.

Zakrslost označuje podnormální vzrůst rostliny nebo jejích orgánů, které si však podržují celkem normální tvar. Bývá obecným a nespecifickým doprovodem mnoha chorob. Zakrslost může postihovat celé rostliny nebo pouze některé orgány. Dospělé, nedokonale vyvinuté orgány nazýváme rudimentární (zakrnělé); např. květní úbory aster bývají zakrslé následkem napadení virovou žloutenkou aster [*Callistephus virus 1* (Kunkel) Smith]. Některé virosy se projevují tzv. malolistostí (např. choroba „malý list" u jabloní, která může být doprovázena i listovými atrofiemi), která je též symptomem karence některých prvků. Podobně plody mohou být zakrslé následkem napadení houbami, např. hrušky napadené fusikladiem apod. Též houby ze skupiny padlí a rzí vyvolávají často různé zakrslosti orgánů.

V některých případech zakrňují celé rostliny — např. brambory napadené virovou svinutkou [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith], kořenomorkou (*Rhizoctonia solani* Kühn), černáním stonku vyvolaným bakterií *Erwinia carotovora* (Jones) Holland, brambory trpící nedostatkem živin nebo mikroelementů apod. Zakrslost bývá někdy přechodná, hlavně je-li způsobena různými vlivy klimatickými nebo půdními. Celkovou retardaci růstu můžeme pozorovat u dřevin napadených bakteriovou nádorovitostí kořenů *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn.

V extrémních případech, kdy zakrňují celé rostliny, mluvíme o nanismu — trpasličím růstu. Tato celková porucha růstu může být vyvolána karenční výživou [známé nanismy na hadcové stepi u Mohelna na Moravě

(Dvořák 1935), které jsou stanovištními modifikacemi]. Podobně horské formy, rostoucí obvykle na skalnatém podkladě, jsou zakrslé. Příčinou nanismu může být také systemické onemocnění infekčního charakteru (např. virosy). Některé okrasné druhy se záměrně pěstují v zakrslé formě omezováním prostoru (např. v hrnkách).

Rosetka je komplexní příznak označující zkrácení internodií, výhonků nebo větví a tím i nahloučení listů do tvaru růžice (obr. 156).

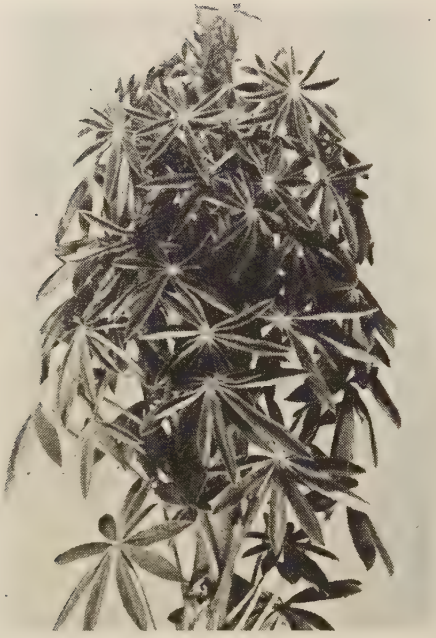
Tento symptom bývá charakteristický pro choroby různého původu, které mají systemický charakter nebo počínají ve vrcholové části rostliny. Příkladem je známá choroba brambor způsobená kořenomorkou *Rhizoctonia solani* Kühn., virosa broskvoní označovaná jako rosetka broskví [*Prunus virus 2* (McClintock) Smith] nebo tzv. keříčkovatění papriky (Baudyš 1941). Při poškození terminálů dřevin jakýmikoliv vlivy (např. sáním hmyzu, obr. 155) dochází druhotně k podobným komplexním jevům, zvaným též metlovatění, které je vyvoláno vlastně předčasným vývojem spících oček a je symptomem proleptickým (viz str. 434). K rosetovitosti dochází též při nedostatku některých prvků, zvláště boru.

Distorse čili stáčení nebo zkřivování stonků, listových řapíků nebo listové nervatury je většinou druhotným symptomem, který má často i hypertrofický charakter a bývá doprovodným příznakem tvarových i velikostních redukcí orgánů, po případě i některých virových mosaik (obr. 158) nebo nekros. S tímto symptomem se shledáváme např. při virovém zborcení listů chmele (Blattný, Osvald 1949), virosách maliníku (Smolák 1949). Distorse někdy bývají následkem jednostranného napadení houbou (obr. 157) nebo hmyzem. Některé distorse, zvláště listového řapíku, je možno vyložit jako morfestetické reakce, jimiž rostlina po poranění reaguje na ztrátu souměrnosti (Smolák 1913), např. po požercích listů hmyzem. Nezřídka vznikají distorse os při jednostranném osvětlení rostlin. Distorse listů, respektive listových řapíků může být někdy tak značná, že list se obrátí a vytvoří kličku (celý se překroutí). Distorse listové nervatury bývá též ve spojitosti s nepříznivými vlivy atmosférickými a může být i určitým typem stanovištní modifikace. Častá je také u panašovaných listů (obr. 148).

Pilosis (chlupatost) orgánů, zvláště listů, je abnormální nahloučení trichomů na určité listové ploše následkem zakrnělého vzrůstu. Jde proto o plstnatost pouze zdánlivou. Bývá výraznou stanovištní modifikací rostlin rostoucích na suchých a kamenitých půdách a znakem xerofytů. Podobně ji nalézáme u horských typů rostlin. Nesmí být zaměněna s hypertrofickou plstnatostí (viz str. 436).

Symptomy hyperplastické

Hyperplastické symptomy vyjadřují nadnormální diferenciaci, vývoj nebo nadměrný růst buněk, pletiv nebo orgánů, což je podmíněno buď zvýšeným počtem buněk v pletivech následkem intensivního buněčného dělení (hypergenesí), nebo pouhým zvětšením rozměru buněk (hypertrofií). Tyto symptomy jsou často charakterisovány zrychleným růstem celých rostlin a zrychlenými funkcemi vůbec, analogicky jako hypoplastické příznaky byly charakterisovány hypofunkcemi.



156. Rosetovitost. Nahloučení listů lupiny při napadení virovým hnědnutím.
Orig. J. B. Novák

157. Distorse květní osy máku při napadení plísní makovou — *Peronospora arborescens.*
Orig. J. B. Novák

Hyperplastické diskolorace

Je to skupina příznaků, které označují abnormální zbarvení pletiv, po případě orgánů, vyvolané hyperplastickou tvorbou buněčných pigmentů.

Bronzovatění je měďnatý nádech projevovaný pokožkou zelených listů. Bývá obvykle diagnostickým symptomem nedostatku drasla u brambor. Nesmí být zaměněno s tzv. měděnkou, která je vyvolána sáním svilušek (např. u chmele).

158. Redukce listu doprovázená distorsí řapíku na maliníku napadeném virovou mosaikou.
Orig. Smolák, foto J. B. Novák

159. Virescentní květenství slaměnky napadené virem ze skupiny žloutenky aster.
Orig. J. B. Novák

160. Virescentní a deformované květenství ředkvičky povlečené porostem plísně bělostné — *Albugo candida* (Pers.)
Orig. J. B. Novák

Virescence je příznak charakterisovaný vývojem chlorofylu v pletivech nebo orgánech, v nichž normálně není přítomen.

Velmi často je virescence doprovázena hypertrofiemi nebo metamorfosami orgánů [např. zezelenání květenství košťálovin při napadení plísní *Albugo candila* (Pers.) Kze. (obr. 160), nebo virescence jetelovin původu virového (Evenhuis 1957, Musil a Valenta 1958 aj.). Kunkel (1945) uvádí, že po přenosu virosy brusinek zvané „nepravý květ" kokoticí na *Nicotiana glutinosa* L. květy rostlin obvykle zezelenají. Podobně byla zjištěna virescence květů bramborových u rostlin napadených stolburem „severního typu" (Suchov a Vovk 1949), u květů složnokvětých rostlin (obr. 159), aj.

Antokyanonescence je abnormální červené zbarvení listů nebo jiných orgánů následkem hyperplastického vývoje antokyanových pigmentů.

Může mít charakter lokální; např. při zbarvení listů révy vinné napadené tzv. červenou spálou (*Pseudopeziza tracheiphila* Müll. Thurg.), při napadení broskvoňových listů houbou *Taphrina deformans* (Berk.) Tul. aj. Jindy může být antokyanonescence povahy systemické, jako sekundární příznak poranění na kořenech nebo větvích. Rovněž při virových nákazách dochází někdy k tomuto jevu (např. u stolburu na svlačcích, bramborách

apod.). Při antokyanonescenci dochází často zároveň k nekrose chlorofylu, např. účinkem nízkých teplot, při silné insolaci, po delší periodě sucha apod. Červené zbarvení listů po sání mšic nebo roztočů je možno vykládat nejen zvýšenou tvorbou antokyanu, ale i nekrosou buněk a tím i rozrušením chloroplastů.

Melanismus je abnormální černání některých pletiv nebo orgánů následkem změněných enzymatických pochodů; bývá většinou druhotným a doprovodným symptomem stupňované nekrosy nebo rozkladu. Biochemicky je toto černání charakterisováno rozkladem některých aminokyselin na černohnědý melanin enzymem tyrosinasou, uvolňovanou při nekrotických pochodech. Některé rostliny jsou k melanismu zvláště disponovány (např. hrušňové listy); časté jsou melanické skvrny kolem nekrotických skvrn houbového původu, jako při septoriose a jiných listových chorobách hrušní. S melanismem se setkáváme zvlášť u různých nekros bramborových hlíz; původ zbarvení může být různý. Tak např. následkem vysokých teplot dužnina bramborů často docela zčernává, zvláště při tzv. hubkovatění hlíz (Vielwerth 1933) nebo velmi často při zapaření hlíz během skladování. Někdy se zčernání projeví až po uvaření. Podobně někdy působí nízké teploty, nedostatek živin (např. karence boru u celeru, květáku aj.), po případě infekční choroby (např. některé bakteriosy a mykosy košťálovin, zvláště brukve).

Prolepse

Skupina těchto příznaků je charakterisována předčasným vývojem normálních pletiv nebo orgánů.

Prolepse (v užším smyslu) znamená předčasný vývoj výhonků z pupenů. Je obecným příznakem vyskytujícím se druhotně po odumírání nebo poranění větví, zvláště ve vrcholových partiích stromů. Může být různého původu. U mladých stromů ve školkách je tento jev dosti častý, zvláště u švestek a meruněk, kde je také označován jako metlovatění. Metlovatění někdy bývá spojeno s pomnožením pupenů a větévek (upomíná na rosetovitost) a někdy se označuje též jako polykladie. Objevuje se např. po okusu zvěře nebo po častém seřezávání stromových větví, kdy se na kmenech tvoří závaly s keříčkovitými výmladky. Obdobného charakteru je prolepse osních pupenů (oček) na bramborových hlízách, tzv. narůstání (nebo zmlazení) bramborových hlíz, kdy z oček vyrůstají hlízy dceřinné, nebo tvorba nadzemních (tzv. vzdušných) hlízek, vznikajících na stonku v úžlabí zduřelých listových řapíků (metaplastickým pochodem). Tento jev pozorujeme např. při napadení kořenomorkou (*Rhizoctonia solani* Kühn), černáním stonku [*Erwinia carotovora* (Jones) Holland], stolburem, při poškození stonků drátovci (*Elateridae*), housenkami osenice polní (*Agrotis segetum* Denis et Schiffermüller) aj.

Proleptický charakter má rovněž vybíhání dvouletých plodin již v prvním roce pěstování (viz III. díl), stejně jako vybíhání rostlin ve skládce (např. cibulí), způsobené různými vlivy. Předčasný vývoj hlíz z osních pupenů nebo oček, tzv. narůstání bramborových hlíz, je obdobného charakteru.

Abscisse (defoliace) je označení pro předčasný opad listí, květů nebo plodů, který je způsoben předčasným ukládáním oddělovací vrstvič-

ky. Bývá druhotným příznakem četných listových chorob, zvláště v těch případech, kdy choroba silně propuká. Je známá např. u septoriosy hrušní, fusikladia jádrového ovoce aj. Může být vyvolána nebo aspoň podporována nepříznivými atmosférickými vlivy (nedostatek světla, dlouhotrvající sucho aj.)*). Obdobný jev u konifer, označovaný jako sypavka, je spíše nekrotickým symptomem.

Restaurace čili obnova pletiv, po případě orgánů, je příznakem poměrně řídkým, označujícím dokonalý vývoj pletiv nebo orgánů, které jsou normálně rudimentovány nebo abortovány. Jako příklad možno uvést úplný vývin rudimentárních tyčinek v pestíkových květech kohoutků (*Lychnis* sp.), které jsou napadeny snětí *Ustilago violacea* (Pers.) Fuck. Tyto jevy bývají často vykládány jako atavismy.

Hypertrofické deformace

Skupina příznaků převážně komplexních, většinou lokálních nebo vymezených na určitá pletiva, po případě orgány, které jsou pak charakterizovány hypergenesí (zmnožením) nebo hypertrofií (zvětšením) buněk či pletiv, často kombinací obou. Nejde tedy pouze o hypertrofii ve smyslu anatomickém, nýbrž většinou o hypertrofie morfologické. U mnohých příznaků této skupiny byla dokázána spojitost vzniku morfosy s různými stimulátory (viz str. 445). Někdy se tyto symptomy označují též jako příznaky gigantismické nebo nevhodně jako skupina příznaků, jimž bylo dáno v širším slova smyslu označení hálky. Přestože značná část hálek patří mezi hypertrofické deformace, nelze mezi těmito symptomatickými skupinami položit rovnítko.

Intumescence (exanthema) jsou malé epidermální otoky vzniklé hypertrofií, po případě i hypergenesí skupiny epidermálních nebo subepidermálních buněk vlivem nadměrné vzdušné vlhkosti nebo nadměrného nahromadění vody v pletivech. Po stránce anatomické jsou význačným pletivem hyperhydrickým, tj. takovým, jehož vývoj je závislý na abnormálně vysokém obsahu vody v pletivech a vysokém turgoru (Küster 1916). Intumescence jsou většinou povahy reversibilní. Tvoří se na primárním pletivu, mladých nezdřevnatělých větvičkách, listovém pletivu, po případě i na květech a dužnatých plodech. U listových intumescencí dochází většinou k hypertrofii buněk mesofylových, méně často epidermálních (obr. 161). Charakter intumescencí mívají rovněž mrazové puchýře na listech nebo tzv. varhánkovité listy trav, vyvolané tím, že v mezibuněčných prostorách mrzne voda, jež nemůže být transpirována.

Intumescence nacházíme často např. na listových řapících a cévách mladých košťálovin nebo na různých rostlinách pěstovaných ve skleníku, zvláště na rostlinách hustě sázených a silně zastíněných. Jejich význam záleží hlavně v tom, že poukazují na nevhodné pěstitelské podmínky.

Oedem (otok, mozolovitost, nadutí) je podobný příznak jako předcházející, neboť má rovněž hyperhydrický charakter. Označuje abnormální zbujení korových pletiv, vznikající jednostranným dělením a prodlužováním buněk následkem vody nahromaděné v pletivech, zvláště když

*) Je-li diferenciace oddělovacích pletiv naopak potlačena, zůstávají listy viset přes zimu na stromě (viz str. 430).

rostlina nemůže zvýšenou transpirací tuto vodu odpařit (při nadměrné vlhkosti vzdušné nebo půdní). Oedemy nacházíme většinou na větvích, kořenech nebo hlízách v podobě mozolovitých nebo puchýřovitých znetvoření (obr. 162), které někdy silným tlakem pukají. Můžeme je zjistit také na stromech, jimž byly násilně odřezány silnější větve.

Mezi otoky je možno počítat též zbujení lenticel, které je časté na větvích a kmenech stromů rostoucích ve vlhku (např. u olší). Zduření vzniká hypertrofií a hyperplasií vyplňovacích buněk, které se mění v hnědožlutý prášek. Po prasknutí lenticel zbývají v těchto místech otvory (tzv. dírovitost kůry), často např. u třešní. Zbujení lenticel na bramborových hlízách značně upomíná na spongosporovou strupovitost [*Spongospora subterranea* (Wallr.) Johnson] a poněkud též na počáteční stadia rakoviny brambor [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.]*). Zbujelá pletiva se podobají malým světlým bradavičkám, které na vzduchu rychle hnědnou.

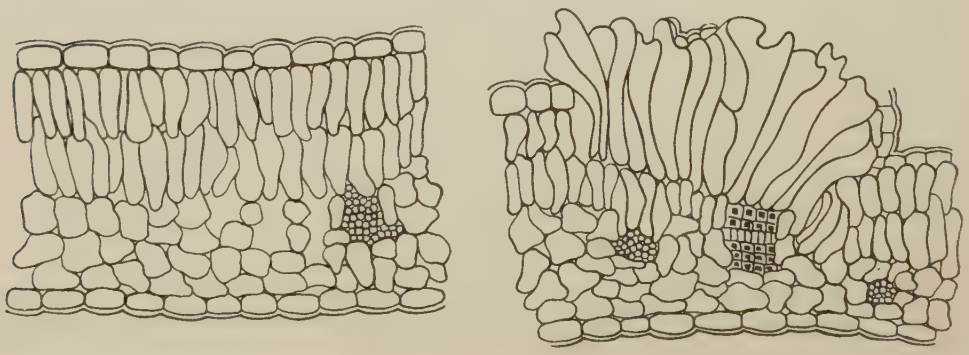
Epidermální otoky bývají někdy spojeny i s hypertrofickým vytvářením korku. Tyto korkové zbujeniny se tvoří v podobě bradavek nebo stroupků obvykle na různých skleníkových rostlinách. Podobné otoky na kořenech, spojené s vytvářením korku v epidermálních buňkách, jsou známé např. u révy vinné, kde je tento jev označován jako perlovitost kořenů.

V některých případech dochází k abnormálnímu vydutí kůry nad ranami, a to vlivem nadměrné akumulace živných látek. Tento typ otoků, označovaný jako sarcosis, známe např. na kmenech ovocných stromů zaškrcených drátěným úvazem nebo při napadení jabloní bakterijní spálou [*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.].

Bradavčitost je příznak označující drobné lokální hypertrofie většinou pokožkových nebo podpokožkových pletiv, které se projevují hlavně na listech a plodech jako vystouplé bradavičky nebo vychlípeniny, obvykle zbarvené odlišně od normálního pletiva. Původci těchto jevů bývají často roztoči, sající v mezibuněčných prostorách houbového parenchymu listů (např. *Eriophyes piri* Pag.).

Plstnatost označuje abnormální tvorbu listových trichomů (které

*) Pozn. Při rakovině se však tvoří nádorky v úžlabí oček.



a b

161. Histologický charakter intumescence na topolových listech, a — průřez zdravým listem, b — průřez onemocnělým listem.

Podle Küstera

většinou hypertrofují) v epidermálních pletivech. Bývá většinou vyvolána sáním roztočů (tzv. erinosy, např. fytoptosa révy vinné) nebo svilušek. Tento symptom nesmí být zaměňován s jevem, který je označován jako pilosis (viz str. 431).

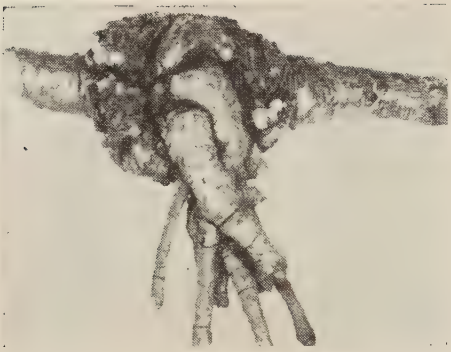
Čarověník je nadměrné větvení os a nahloučení těchto orgánů kolem centra vzniku.

Původcem čarověníku mohou být viry [např. *Solanum virus 15* (Hungerfeld et Dana) Smith], různé houby (zvláště z rodu *Taphrina* — na třešních, slívách, břízách aj.), různé rzi [např. *Aecidium elatinum* Alb. et Schw. na jedlích (obr. 163), *Puccinia arrhenatheri* (Kleb.) Erikss. na dřišťálu (obr. 165] aj., poškození hmyzem nebo roztoči (např. u šeříku). Některé čarověníky jsou dosud etiologicky neprokázané (např. u smrků). Čerověníkové větve zpravidla nikdy nekvetou. Některé čarověníky nejsou typické pouze zmnožováním pupenů a os, nýbrž i výraznými symptomy proleptickými (např. fytoptosa šeříku nebo zmnožení listů cukrovky, jejíž kořenový krček byl poškozen (obr. 164). U kořenů bývá pro obdobný symptom užíván název vlasovitost, u hlíz, hlavně bramborových, nitovitost, avšak tato označení se vždy nekryjí s pojmem čarověníků (viz str. 445).

162. Otoky (oedemy) na zdřevnatělých letorostech.
Orig. J. B. Novák

Hálky neboli cecidie. Hálkou rozumíme obvykle takový novotvar, který vzniká jako reakce hostitele na vniknutí parasita nebo na popud určitého škůdce; tato reakce je doprovázena nadměrným dělením buněk, po případě jejich hypertrofií. Anatomicky bývají hálky útvary často složitě organisované a často se vyvíjejí podle určité zákonitosti. Podle původu se rozeznávají fytocecidie (bakteriocecidie a mykocecidie) a zoocecidie. Hálky vytvářené hmyzem bývají obvykle „inkubátorem" nového potomstva (larev). V tomto smyslu bývají pak entomology někdy jako hálky označovány jakékoliv morfosy nebo poškození na rostlinách vyvolané živými organismy a sloužící jako inkubátor nového potomstva (např. tzv. minované listy). To je ovšem nesprávné.

Podle změn vyvolávaných na rostlinách rozlišujeme hálky histoidní (změny v pletivech) a organoidní (postihující obvykle celé orgány nebo systemicky celou rostlinu). Příkladem histoidních fytocecidií jsou různé listové kadeřavosti, nádorové novotvary vyvolané na kořenech košťálovin houbou *Plasmodiophora brassicae* Wor. (obr. 166), rakovinné nádory způ-



163. Čarověník na jedlové větévce vznikající na nádoru po napadení rzí *Aecidium elatinum*.
Orig. Peklo, foto J. B. Novák

164. Zmnožení listů na cukrovce.
Orig. J. B. Novák

sobené houbami *Symchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., *Urophlyctis alfalfae* (Lang.) Magn., *Aecidium elatinum* Alb. et Schw. (obr. 167, 168) apod. Za organoidní hálku bývá počítán např. zcela změněný habitus pryžců napadených aeciovým stadiem rzi hrachové [*Uromyces pisi* (Pers.) Wint.], čarověníky a jiné systemické morfosy.

V užším smyslu „fytopatologickém" bývají obvykle mezi hálky (fytocecidie) počítány nádorovité novotvary, které jsou níže organisovány než vlastní tumory.

165. Čarověník na dřišťálu vyvolaný rzí *Puccinia arrhenatheri*.
Orig. Petr, foto Kotrba

Nádorovitost (tumorovitost) je označení pro hálky vyšší organisace, které mohou vyvolat i částečně systemické onemocnění následkem infiltrace patogena do ostatních pletiv, v nichž se pak tvoří nádory druhotné, zvané metastasy.

166. Orgánová hypertrofie vyvolaná na kořenu zelí houbou *Plasmodiophora brassicae* Wor. (na střední a spodní části kořene) a stejně vypadající hálka způsobená nosatcem *Ceutorrhynchus pleurostigma* (nahoře u kořenového krčku — typické otvory po vylezlých larvičkách).
Orig. J. B. Novák

167. Nádorky na jedli vyvolané rzí *Aecidium elatinum*.
Orig. Peklo, foto J. B. Novák

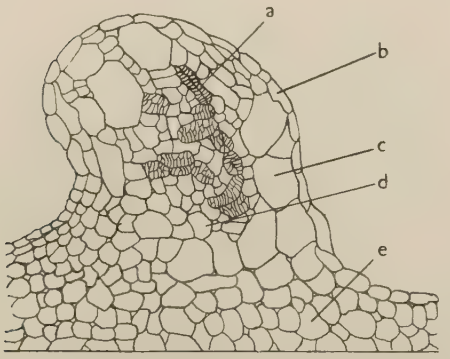
Hálky se obvykle vytvářejí v místech, kde působí stimulující agens, tj. patogen nebo škůdce, kdežto vlastní tumory mohou vzniknout i na orgánech, kde se stimulující agens přímo neuplatnil. Na příklad u fytocecidií, jako je plasmodiophorová „boulovitost", vzniká „nádor" hypertrofií buněk, v nichž se patogen usadil (obr. 180), kdežto tumory vyvolané bakterií *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn, které jsou typickým příkladem tohoto symptomu, vznikají zrychleným a nadměrným dělením buněk (obr. 182), někdy i značně vzdálených od místa, v němž je lokalisován původce. Tumory mohou být přeneseny rovněž transplan-

168. Průřez nádorkem na jedlové větvi po infekci rzí *Aecidium elatinum*.
Orig. Peklo, foto J. B. Novák

tací pletiv, v nichž se původce právě nevyskytuje. Podobně v druhotných nádorových metastasách nebývají bakterie zjistitelné.

Tumorovitost je tedy zhoubné bujení, které nejvíce upomíná na rakoviny u lidí označované jako sarkom. Tumor roste nejen zvětšováním a dělením buněk onemocnělých pletiv, ale i aposicí (přikládáním) nejbližších ještě zdravých buněk, které posléze též onemocnějí a tak zvětšují nádor (E. F. Smith et al. 1911).

Mezi tumory a hálkami bývají četné přechody a není celkem mnoho původců, kteří mohou vyvolávat „pravé" tumory. Nejznámější je bakterie *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn, parasitující na kořenech různých rostlin a tvořící metastasy i na listech nebo stoncích. Podobným případem je *Pseudomonas svastanoi* (E. F. Smith) F. L. Stevens na olivě. Symptomaticky stejného typu je onemocnění různých rostlin, např. různých druhů *Trifolium* sp., *Rumex acetosa* aj., které vyvo-



169. Diferenciace cévních svazků z tumorového parenchymu a patologické obrovské buňky v tumoru na stonku *Pelargonium zonale;* a — neuspořádaně diferencované cévní svazky, b — epidermis, c — obrovské buňky, d — tumorový parenchym, e — původní parenchym.
Podle Noëla 1946

170. Nádorky na kořenech jetele vyvolané virem *Aureogenus magnivena* Black (Wound-tumor virus).
Podle Blacka

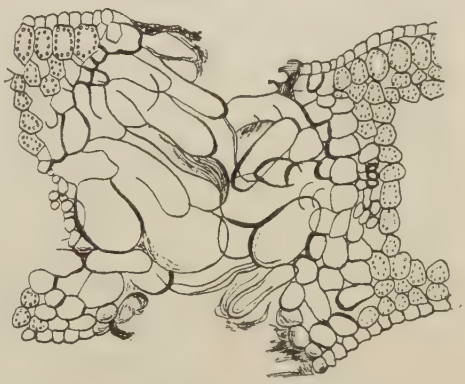
lává tzv. *Wundtumor virus* (Black 1945) (obr. 170). Tento virus je systemický, avšak u bakterií působí systemicky spíše růstové nebo jiné látky vylučované patogenem.

Kalus (zával) je označení pro nadměrný růst kambiálního pletiva, který je ochrannou reakcí na poranění rostliny. Je charakteristický hlavně hyperplastickými pletivy a je typickým pletivem regeneračním (obr. 171). Vzniká výhradně u dřevin, které mají schopnost vytvářet druhotná kambiální pletiva. Zvláště typické bývá tvoření kalusu kolem tzv. rakovinných ran vyvolaných mrazem nebo houbou *Nectria galligena* Bres.

Kadeřavost je příznak označující abnormální růst určitých pletiv listů, hlavně buněk palisádových, po případě i buněk houbového parenchymu.

Objevuje se často u mnoha chorob virových (po případě i jako důsledek hypogenese), houbových [*Taphrina deformans* (Berk.) Tul.] nebo po poškození hmyzem (často následkem hálkové hypertrofie). Kadeřavost bývá často doprovázena hypoplastickými poruchami chlorofylu.

Svinutka je příznak podobný předešlému, který vzniká nadměrným růstem listů na jedné straně. Často je následkem napadení povrchovými houbovými parasity (*Exoscaceae, Exobasidiaceae, Erysiphaceae*) nebo nadměrného hromadění škrobu v houbovém parenchymu při porušené výživě. U virové svinutky brambor [*Solanum virus 14* (Appel et Quanjer) Smith] bývá uváděna jako důsledek nekrosy phloemu (Quanjer 1913), ačkoliv Bawden (1932) a Murphy (1923) považuje tuto nekrosu jako druhotný jev po trvajícím hromadění škrobu v buňkách. Svinování listů následkem hypertrofie pletiv bývá často vyvoláno sáním hmyzu, přičemž dochází někdy pouze ke svinování okrajů (např. po sání roztoče *Epitrimerus piri* Nalepa, larev bejlomorky hrušňové — *Dasyneura piri* Bouché a jiných).



171. Tvorba kalusu (histologická charakteristika).
Podle Küstera

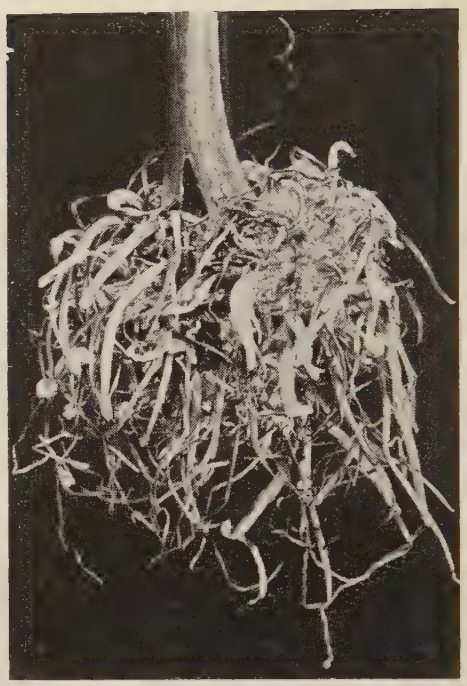
Strupovitost je charakterisována nadměrným růstem epidermálních a kortikálních pletiv, obyčejně modifikovaných prasknutím nebo suberisací buněčných stěn (obr. 172). V místech „strupů" se často setkáváme se strukturami patogena.

Příkladem jsou strupovitosti bramborových hlíz vyvolané *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman et Henrici, větví a plodů ovocných stromů napadených fusikladiem aj.

172. Tvorba korkovitých pletiv na hlízách bramborů napadených aktinomykosní strupovitostí.
Podle Healda 1943

Korkovitost označuje zhrubnutí povrchových pletiv hlíz nebo plodů následkem nadměrné suberisace epidermálních nebo subepidermálních pletiv; obyčejně je to ochranná reakce na poranění rostoucí pokožky. Je

173. Lithiasis na plodech hrušně (virového původu).
Orig. Smolák



174. Proliferace květenství při napadení rostliny virem ze skupiny žloutenky aster; proliferace květenství póru.
Orig. J. B. Novák

to komplexní symptom, který zahrnuje i metaplastickou přeměnu pletiva epidermálního v pletivo korkové. Přichází v úvahu např. při poškození ovocných plodů fungicidy, mrazem, slunečním úpalem nebo při zkorkovatění slupky bramborových hlíz při nevhodném hnojení. Na korkovatění slupky u jablek a švestek, na bobulích révy vinné nebo na zkorkovatění listové pokožky u skleníkových rostlin mají vliv výstřední teploty. U různých plodů se nezřídka setkáváme též s tzv. vnitřní korkovitostí, kdy se jako ochrana proti postupující nekrose tvoří ložiska s hypertroficky zkorkovatělými buňkami. Korkovitost bývá někdy následkem karence určitého prvku, jmenovitě boru. O korkovitých oedemech je pojednáno na str. 436.

Lithiasis čili kamenitost označuje obvykle druhotné hyperplastické zmnožení sklerenchymatických buněk v dužnatých orgánech, což se projevuje tvarovou nepravidelností a hrbolovitostí těchto orgánů. Nacházíme ji např. na plodech hrušní, poškozených a deformovaných sáním různého hmyzu nebo roztoči, nebo také napadených virovou kaménčitostí (obr. 173).

Proliferace (prolifikace — prorůstání) označuje plynulý vývoj orgánů nebo jejich částí i tehdy, když rostlina normálně již přestává růst. Jako teratologický pojem (o němž se zmiňuje i Linné) se prolifikace používá ve velmi různém smyslu, avšak téměř vždy označuje centrální nebo axilární „prorůstání" květů nebo květenství (Penzig 1921/22). Velmi často se na prorostlé ose vytvářejí jen listy. V některých případech se na prorostlých osách vytvářejí rozmnožovací pupeny, např. cibulky, jak tomu bývá u rodu *Allium* při virose vyvolané virem žloutenky aster (obr. 174). Proliferace květních orgánů, zvláště tyčinek, je u některých rostlin dosti hojná a často je ve spojitosti s napadením rostlin virosami, např. stolburem

(Bojňanský, Blattný 1953). Velmi často se vyskytuje u květů virescentních (viz str. 433). Prorůstání osou hlavní bývá označováno jako diafyse, osou postranní jako ektablase. Proliferace je možno zařadit podle jejich charakteru i mezi symptomy metaplastické (viz dále).

Srůstání (adhese) znamená srůst orgánů; dochází k němu zpravidla u embryonálních pletiv. Jde-li o srůst květů, označuje se jako synanthie, při srůstu plodů, který je častější, se mluví o synkarpii. Původ těchto abnormalit není dosud spolehlivě vysvětlen. Bývá pokládán za jev atavistický, po případě za projev virového onemocnění (Smolák 1949). V některých letech bývá jevem velmi častým, jak popisuje např. Kamenický (1949), na různých srostlicích ovocných plodů, které mohou vést až k polykarpii (mnohoplodnosti). Synkarpie vzniká obvykle odchylným oplozením nebo srůstem vajíček. Srůstání orgánů bývá časté při prolepticképm vývoji (viz str. 434), k němuž dochází např. náhlou změnou růstových podmínek, zvláště vlhkostních. Typickým příkladem je vznik srostlic bramborových hlíz.

175. Fasciace na stonku cukrovky. Orig. J. B. Novák

Fasciace (svazčitost) označuje svazčitý stav orgánů, většinou zploštělých a rozšířených os (obr. 175). Vzniká paralelním vývojem a růstem nevyvinutých orgánových primordií (Dykyj-Sajfertová 1953). Podle dřívějších názorů vzniká srůstáním většího počtu větví, které byly v zárodečném stavu těsně vedle sebe. Celkově se fasciace projevuje jako zbytnění os, s listy obvykle zakrnělými nebo zároveň deformovanými. Při fasciacích dochází nejdříve k porušení embryonálních základů, takže fasciace mají zároveň charakter hypoplastický. Toto porušení může být různého původu, takže monoetiologický výklad choroby je nesprávný. U ovocných stromů bývá fasciace pokládána za chorobu vyvolanou bakterií *Corynebacterium fascians* (Tilford) Dowson (Blattný, Starý 1944) nebo za chorobu z nedostatku živin či nadbytečné hladiny vzrůstových látek (Baudyš 1929). Často se fasciace objevují na dřevinách, jimž byly odňaty větve. U cukrovky semenačky se setkáváme s fasciovanými lodyhami zvláště po periodách chladna a vlhka, které bývají pokládány za činitel mající vliv na tvorbu těchto abnormit. Jako jednu z hlavních příčin, jež vedou k poruchám embryonálních základů a po případě ke vzniku fasciací, uvádí Dykyj-Sajfertová (1953) narkotisující vliv růstových stimulátorů, zejména kyseliny 2,4 D. Někdy bývají fasciace uváděny v souvislost s virovou nákazou rostliny, např. fasciované vegetační vrcholy chmele (tzv. kočičí hlavy), které jsou typickými příznaky virové neplodnosti chmele (Blattný 1951). Častým příznakem bývá fasciace rovněž u infekční degenerace révy vinné (Gallay et al. 1955).

Exkrescence (výrůstky, emergence, „énations") představují abnor-

176. Emergence na listech krmné kapusty napadené virosou; a — list s výrůstky, b — detail listu.

Orig. J. B. Novák

mální růst pletiv jakéhokoliv druhu (většinou listových), který nemá charakter hálek nebo tumorů. Obvykle si pod tímto názvem představujeme vychlípeniny epidermálního listového pletiva (obr. 176), vznikající často na místech nějakého poranění pokožky. Tyto vychlípeniny u mladých orgánů někdy srůstají. Exkrescence vznikají také při mrazovém poškození listů (např. u špenátů, jabloní aj.). V mnohých případech bývají typickým příznakem některých chorob virových, např. mosaiky hrachu vyvolané virem *Pisum virus 1* (Osborn) Smith — (Pierce 1935), nebo virosy třešní označované jako rasp leaf (Bodine et Newton 1942) aj.

K exkrescencím bývá zařazována rovněž kápovitost, která je jednou z četných morfologických odchylek rostlinných orgánů a je charakterisována vytvářením kornoutovitých listů. Tyto deformity, označované též jako listové ascidie, listy šité (Čelakovský 1892) nebo také listy pelorické, jsou složitou hypoplastickou i metaplastickou morfosou, která vzniká poruchou dělicích a utvářecích pochodů ve vrcholových meristemech embrya (Dykyj-Sajfertová 1953), po případě přeměnou listových primordií prvních dvou zelených asimilačních listů (Řetovský 1952) jako následek porušené syntesy bílkovin v iniciálách meristémů. Příčinou této narušené syntesy je pravděpodobně přechodné zvýšení hladiny heteroauxinu ve spících pupenech před vyrašením nebo nadbytek heteroauxinu

v rozbujeném kalusovém pletivu po poranění. Tuto domněnku potvrzuje též skutečnost, že se s listovými ascidiemi často shledáváme při hubení plevelů tzv. hormonálními herbicidy (např. u lopuchu — obr. 177), a také experimentální zjištění, že je možno ascidie vyvolat uměle působením růstových stimulátorů, např. na bubřící semena (Řetovský et al. 1952, Dykyj-Sajfertová 1953), na spící pupeny (Cholodnyj et al. 1944) nebo poraněním meristematického pletiva kalusu nebo pupenů (Krenke 1950). Není ovšem vyloučeno, že porušení polymerisace bílkovin v některých případech může být vyvoláno též působením virové bílkoviny. Ve spojitosti s virovou nákazou vysvětlují kápovitost např. Thung (1932) u *Nicotiana virus 10* (Storey) Smith, Klášterský (1951), Blattný (1938) a Blattný, Osvald (1950).

177. Kápovitost lopuchu vzniklá po postřiku kyselinou 2,4 - D. Orig. Smolák, foto Kotrba

Gigantismus je příznak, který ve vlastním významu slova označuje morfologickou hypertrofii rostliny. S abnormální velikostí celé rostliny ve všech jejích proporcích (tzv. gigantický habitus) se setkáváme však zřídka. Bývá obvykle jevem mutačním nebo znakem polyploidních rostlin a je symptomatickým (nikoliv histogenetickým) protějškem nanismu.

Daleko častěji se u rostlin setkáváme s částečným gigantismem, tj. s hypertrofií pouze některých orgánů nebo jejich částí, což se obvykle jeví tvarovými disproporcemi celé rostliny, po případě deformacemi jednotlivých rostlinných částí. V tomto smyslu má většina příznaků zařazovaných do skupiny hypertrofických deformací charakter tvarového gigantismu, i když po stránce histologické se u nich setkáváme nejen s hypertrofiemi, ale i hyperplasiemi. Abnormální vzrůst do délky, zvláště osních částí, bývá někdy doprovázen zakrňováním nebo potlačováním orgánů jiných. S tímto jevem se setkáváme někdy jako s druhotným symptomem některých systemických onemocnění nebo poruch. Tak např. pryšec chvojka, napadený aecidiovým stadiem rzi hrachové [*Uromyces pisi* (Pers.) Wint.], obvykle z počátku bujně roste, takže přerůstá rostliny zdravé. Jeho listy však zůstávají malé, i když jsou hypertroficky zvětšeny do šířky. Na gigantický charakter listů může mít vliv i poranění (listy vyrostlé z výmladků bývají obvykle velké) nebo některé abiotické poruchy. Listy vznikající po působení mrazů, jež zničily listy prvotně vyrostlé, narůstají často do nadměrné velikosti. S gigantickým prodloužením stonků se pravidelně setkáváme při etiolování rostlin, které je komplexní morfologicko-anatomickou poruchou, vznikající při růstu rostlin ve tmě (viz str. 427).

Filosita (nitovitost, vláknitý vzrůst) označuje nadměrný růst osy do

178. Filosita (nitkovitost) bramborových klíčků. Vlevo normálně klíčící, vpravo nitkovitá hlíza. Orig. J. B. Novák

délky, přičemž ostatní proporce rostliny jsou obvykle potlačeny. Stonky zůstávají tenké, takže mají niťovitý charakter. S tímto jevem se nejčastěji setkáváme při klíčení bramborových hlíz poškozených abiotickými nebo patogenními vlivy (hlavně zapařením nebo virovým stolburem) (obr. 178).

Metaplasie

Mezi tak zvané metaplasie bývá zařazována skupina progresivních příznaků, které jsou charakterisovány irreversibilní přeměnou pletiv nebo celých orgánů z jednoho druhu (či typu) do jiného, po případě vývojem více méně normálních pletiv nebo orgánů na neobvyklém místě. Podle Küstera (1916) nejsou „čisté" metaplasie spojeny ani s nadměrným zvětšováním, ani se zvýšeným dělením buněk. Některé metaplastické přeměny bývají ve spojitosti s prolepsemi (viz str. 434).

Metaplastické přeměny pletiv jsou charakterisovány buď irreversibilní změnou buněčného obsahu nebo přeměnou určitých pletiv. Pokud se na rostlinách projevují viditelně, mají charakter buď dekolorační (např. zezelenávání vznikající přeměnou bezbarvých leukoplastů na chloroplasty vlivem světla), nebo morfogenní (např. přeměna epidermálních buněk v korkové pletivo — viz korkovitost). Obdobně je možno do této skupiny zařadit přeměnu jednoho typu buněk (eventuálně pletiv) v typ jiný. Sem patří např. parenchymatosa (vodnatelnost orgánů), kdy se dřevní partie mění v tenkostěnná pletiva parenchymatická, např. na přemokřených půdách, sklerenchymatosa (přeměna parenchymatických buněk v sklerenchymatické — viz lithiasis str. 442), lignifikace (zdřevnatění orgánů), vznikající při nedostatku půdní vláhy, vysokých teplotách apod., a jiné obdobné jevy.

Metaplastické přeměny orgánů bývají souhrnně označovány jako heterotopie nebo metamorfosy. Jejich původ je v mnohém nevysvětlen, takže značná část těchto odchylek bývá zařazována mezi zrůdy (terata) a je předmětem tzv. teratologie. V rostlinné patologii a patologické histologii nemají metaplastické odchylky orgánů takový význam, jako je tomu např. v humánní a veterinární medicině (z mediciny bylo rovněž převzato označení metaplasie — Virchov 1884). Zrůdy se vyskytují spíše ojediněle, zajímají však rostlinného morfologa, který podle některých z nich usuzuje na původ některých orgánů; metaplastické přeměny jednotlivých pletiv jsou u rostlin však dosti časté.

Orgánové metaplasie bývají často vysvětlovány jako mutace, atavismy nebo genetické poruchy. S některými metaplasiemi se setkáváme u virových chorob. Nejznámější komplexní metaplasií je virescence jetelů vy-

volaná virovou nákazou anebo deformace květenství po infekci některým virem ze skupiny stolburu (obr. 179). Jinak se s orgánovými metaplasiemi setkáváme u mnohých hálek, zvláště zoocecidií, které často mají velmi složitou anatomickou stavbu.

Jako příklad heterotopií je možno uvést:

juvenilodie — značí vývoj juvenilního nebo klíčencového typu listů na zralých rostlinách (např. u čarověníků vyvolaného rzí *Gymnosporangium nidus avis* Thaxter na cedru červeném).

phyllomanie — označuje tvorbu listů nebo jiných listových útvarů na nepřirozených místech. Všeobecně bývá označováno přemístění orgánů na místo, na němž by se tyto orgány neměly vyskytovat, jako translokace (Němec 1942).

179. Metaplastická deformace květenství řepky.
Orig. J. B. Novák

Některé abnormality mají charakter přeměn fylogeneticky vzestupných, jiné sestupných. Nejdůležitější vzestupné metamorfosy jsou:

kalykanthemie — přeměna lístků kališních v korunní,

koralenthemie — přeměna korunních plátků v tyčinky,

pistillodie — přeměna tyčinek nebo obalných lístků v pestíky (pistillum),

karpelloidie — přeměna tyčinek nebo obalných lístků v plodolisty (karpely); podobně jako pistillodie bývá poměrně častá u máku.

Jako příklad sestupných přeměn, které poukazují na atavismy, je možno uvést:

petalodie — přeměna kališních i korunních lístků v lupeny a tyčinek v korunní plátky,

phyllodie — přeměna korunních plátků, lístků, tyčinek nebo plodolistů v listové útvary,

gynofylie — rozložení pestíku v listy,

antherofylie — rozvinutí prašníků v plátky,

antholyse — rozložení květních částí.

SYMPTOMY MIKROSKOPICKÉ

Makroskopické příznaky často nemohou být spolehlivým vodítkem ani pro správnou diagnosu, ani pro sledování průběhu infekce na rostlinách. Zevnímu symptomatickému projevu choroby nutně musí předcházet patologické změny v rostlinných buňkách a pletivech, po případě patologické funkce jednotlivých pletiv nebo orgánů. Studiem těchto změn v buněčné

a pletivové struktuře se zabývá patologická anatomie, respektive patologická histologie; jednotlivé symptomy vyjadřující tyto změny bývají pak označovány jako příznaky histologické. V některých případech mohou podat správný obraz o vzniklém nebo postupujícím ochoření pouze biochemické změny, které v onemocnělé rostlině probíhají (např. úbytek škrobu, cukrů, tvorba určitých patologických metabolitů apod.). Tyto biochemické a mikrochemické, respektive histochemické symptomy jsou zvlášť důležité při obtížných identifikacích, např. při identifikacích jednotlivých rostlinných virů, různých bakterios nebo četných původců vadnutí aj. Převážná většina symptomů histologických i histochemických jsou symptomy vnitřní (intracelulární a intercelulární), které se většinou mohou sledovat jen na řezech nemocného orgánu pod mikroskopem. Je proto výhodnější užít pro ně souborného označení symptomy mikroskopické, i když jím nemůžeme vystihnout naprosto všechny vnitřní projevy choroby.

Studium mikroskopických příznaků je zvlášť důležité při posuzování odolnosti jednotlivých rostlin vůči onemocnění, tj. při cílevědomém šlechtění rostlin na resistenci. V latentních fázích choroby nebo při latentním ochoření, podobně jako při přesné identifikaci jednotlivých virů (nebo jejich kmenů), se bez nich při podrobném studiu neobejdeme. Ovšem ani tyto vnitřní příznaky nejsou specifické pro určité choroby a jsou často jen jednou složkou z celé řady metod diferenciální diagnosy.

Histologické symptomy

Histologické symptomy podobně jako symptomy morfologické mohou být rozděleny na nekrosy, hyperplasie a hypoplasie. Jednotlivé typy těchto symptomů se na rostlinách nevyskytují v čisté formě a při popisech označujeme choroby s těmito symptomy podle převládajících palogických pochodů. Nejdůležitější z nich jsou symptomy nekrotické, které charakterisují většinou irreversibilní porušení jednotlivých buněk nebo pletiv a jsou obvykle nejčastější. Jednotlivá poškození se většinou vztahují na buňku a její jednotlivé části (jádro, cytoplasmu a buněčnou blánu), po případě na specifická pletiva a jejich elementy.

Symptomy nekrotické

Podobně jako makroskopické nekrosy můžeme i mikroskopické nekrotické příznaky rozdělit podle Küstra (1916) na symptomy plesionekrotické a holonekrotické (viz str. 404).

Mezi nejzávažnější symptomy plesionekrotické, z nichž mnohé jsou charakterisovány ukládáním metaplastických rozkladných hmot, náleží:

Vacuolosis je nadměrné hromadění vakuol v buňkách. Vzniká reakcí protoplasmy na různá poškození, zvláště odměšováním vody, která se hromadí v buňkách v podobě vakuol. Vakuolisaci protoplasmy může vyvolat dlouhotrvající hladovění, nedostatek kyslíku (dušení) apod., což může být vyvoláno působením různých vlivů abiotických nebo patogenních. Nezřídka bývá nadměrná vakuolisace výrazem degenerace a pokračujícího stáří rostliny.

Granulosis označuje morbidní tvorbu zrníček (granulí) v degenerované plasmě.

Liposis označuje hromadění tukových kapek v cytoplasmě, často jako následek tzv. tukové degenerace. Stává se tak zvláště při podráždění nebo poškození buňky, kdy se tuk oddělí z vazby s bílkovinami a s vodou a vystupuje v podobě kapének (tzv. lipophanerosis), nebo následkem porušeného metabolismu, intoxikace apod.

Plasmoptysa znamená prasknutí buněk následkem zvýšeného turgoru; tenkostěnná buňka, vystavená po delší dobu účinkům hypotonického prostředí, praská.

Plasmochisis označuje rozpad cytoplasmy a jejích orgánů a součástí (např. chloroplastů aj.).

Symptomy holonekrotické, které charakterisují buňky již mrtvé nebo odumřelá pletiva, jsou velmi četné.

Mezi cytologické nekrosy, označující změny v jednotlivých buňkách, patří např.:

Oxychromosis označuje oxydaci „barevných pigmentů" v buňkách. Je podkladem hnědnutí listů a nekrotických skvrnitostí a doprovází smrt orgánů.

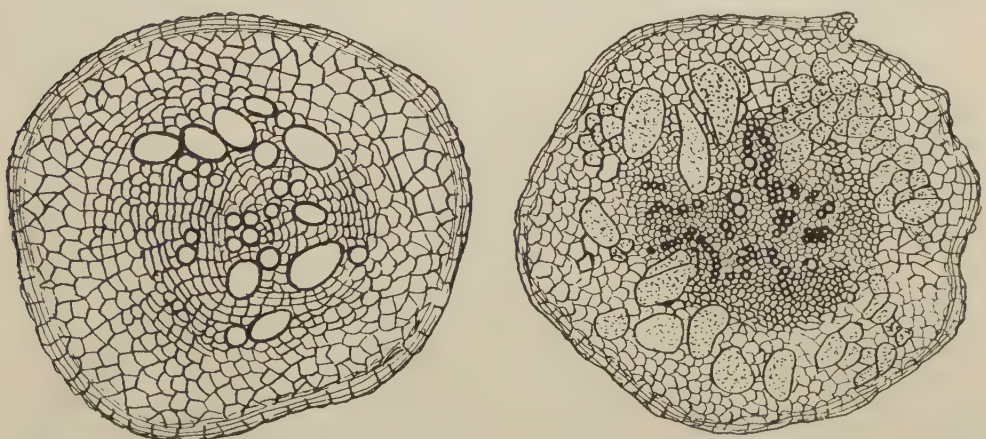
Celulochromosis označuje zbarvení buněčných stěn, vznikající absorpcí rozkladných produktů.

Cytolysa znamená oddělování jednotlivých buněk rozkladem střední lamely, mající povahu pektinovou. Obecně doprovází tzv. měkké hniloby orgánů, často je následkem působení fytopatogenních bakterií, které mají většinou pektinolytický účinek, takže rozpouštějí střední lamelu.

Kutinolysa je rozklad kutinu a zničení kutikuly. Je typická u mnohých chorob, jejichž vnějším příznakem je strupovitost (např. fusikladiová strupovitost jablek).

Lignolysa znamená „rozpouštění" ligninových impregnací v buněčných blánách, takže zůstává často zachována jen celulosová struktura. Je podkladem tzv. bílých hnilob dřeva (viz str. 420).

Amylolysis označuje rozklad a zničení škrobových inklusí, které jsou v mnohých buňkách přítomny jako reservní látky. Podobně jako ostatní



180. Hypertrofie parenchymatických buněk z kořene zelí při napadení houbou *Plasmodiophora brassicae* (a), s pletivy z kořene zdravého (b).
Podle Woronina

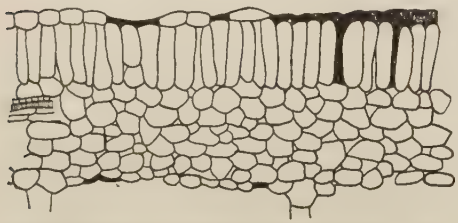
histologické symptomy není ani amylolysis specifickým příznakem pouze určitých chorob daného rostlinného druhu. Z nedostatku škrobu v rostlinných pletivech je však možno usuzovat na onemocnění a vylučovat podřadný materiál.

Grumosis označuje shlukování plasmy ke středu buňky.

Histologické nekrosy jsou charakterizovány obvykle odumíráním některých partií buněk (obr. 180). Nekrosy buněk, které vytvářejí určitá pletiva se speciální funkcí, bývají zahrnovány mezi tzv. diferenciální nekrosy. Typem těchto poruch je např. nekrosa phloemu u virové svinutky brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith], nekrosa kambia (zvláště po mrazovém poškození), nekrosa epidermálních pletiv (např. hypokotylu při padání klíčenců), nekrosa cévních svazků (např. u toxigenních patogenů), obliterace síťkovic aj. Zevně se tyto symptomy většinou neprojevují. Do této skupiny mohou být rovněž zařazovány některé již uvedené symptomy (např. lignolysa, celulolysa aj.), a také gumosa a resinosa aj.

Hyperplastické symptomy

Hyperplastické symptomy jsou charakteristické hypergenesí (zmnožením — obr. 182) nebo hypertrofií buněk (obr. 180) nebo celých pletiv, po případě urychlováním diferenciačních pochodů. Označují se obdobně jako symptomy předešlé skupiny, obvykle s předponou „hyper". Někdy bývají tyto příznaky výsledkem stanovištních modifikací, takže je nelze vždy pokládat za patologické (např. ztloustnutí kutikuly — hypercuticulosis).



181. Nekrosa epidermálních buněk a palisádového parenchymu na příčném řezu listem rajčete napadeného virem bronzovitosti rajčat (*Lycopersicum virus 3*) Brittlebank (Smith).
Podle Samuela, Balda a Pittmana 1930

Hyperplastické symptomy se nezřídka projevují zvýšeným ukládáním reservních látek v buňkách, zvýšenou tvorbou inklusí (intracelulárních, intercelulárních nebo intranukleárních) nebo zvýšenou impregnací buněčných blan (hypercutinitis) tím, že se zvýší tvorba ligninu (hyperlignisis); někdy se jeví též jako následky nekrotických pochodů (např. vacuolosis, granulosis apod.).

Bílkovinné intracelulární inkluse jsou charakteristickým znakem některých virových chorob. Jsou to hlavně tzv. X tělíska, krystalické inkluse a inkluse intranukleární (viz str. 600). Zvýšená tvorba tukových inklusí ukazuje často na antemorbidní stav (viz liposis, viz str. 449).

Abnormální hyperplastické pletivo někdy dává vznik tzv. vnitřním hálkám. Tyto hálky v některých případech mohou zabraňovat tvorbě specialisovaných pletiv. Tak např. u virových rosetek tabáku, kdy je virus koncentrován v kambiu, se nevytváří normální xylém; obrovské buňky vytvářející se v kůře a dřeni mají pak vliv na vznik rostlinných deformací (Smith 1946). Tvorba obrovských buněk, nezřídka vícejaderných, v patologických pletivech není ovšem jevem specifickým pro určité původce. Setkáváme se s ním též např. ve vlasových kořínčích řepy napadených háďátkem řep-

ným (*Heterodera schachtii* Schmidt.), kde v cévních svazcích následkem podráždění hlístů vznikají obrovské parenchymatické buňky s tloustnoucími blánami (obr. 183). Někdy vznikají vnitřní hálky prorůstáním určitých buněk do buněk jiných pletiv (např. buněk lýkových do parenchymu). Ve srovnání se zdravým pletivem je cytoplasma hálkovitých a obrovských buněk hustší a temněji barvitelná, takže rozdíl mezi normálním a abnormálním pletivem je ostře vyznačen.

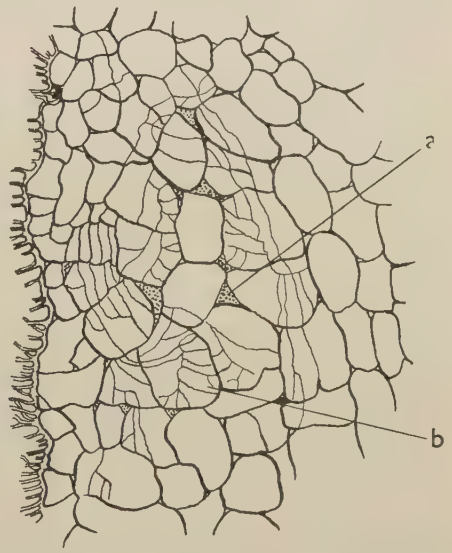
Na patologické pochody v rostlinných pletivech může poukazovat rovněž abnormální hromadění reservních látek (např. škrobu — tzv. hyperamylosis — u virové svinutky brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith] aj.).

Hypoplastické symptomy

Vnitřní hypoplastické symptomy, charakterisované útlumem diferenciačních pochodů, hypogenesí nebo zakrňováním jednotlivých buněk (obvykle zastavením jejich růstu), jsou opět velmi rozmanité podle toho, která z funkcí rostlinné buňky nebo pletiva je utlumena. Význačným a častým symptomem této skupiny je zastavení vývoje chloroplastů (obr. 184), které je podkladem žloutenky virového původu (viz str. 425).

Histochemické symptomy

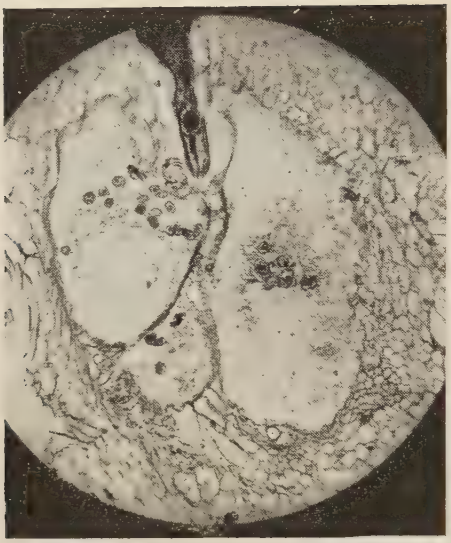
Histochemické příznaky poukazují na změněnou chemickou strukturu onemocnělých buněk a pletiv a na metabolické produkty činnosti patogena. Pro diagnosu jsou důležité zvláště tehdy, když abnormální funkce není doprovázena změnou struktury buněčného obsahu; na příklad u některých dřevin je hromadění polyfenolů (nejdříve ve phloemu) charakteristické pro některé virosy (zvláště peckového ovoce).



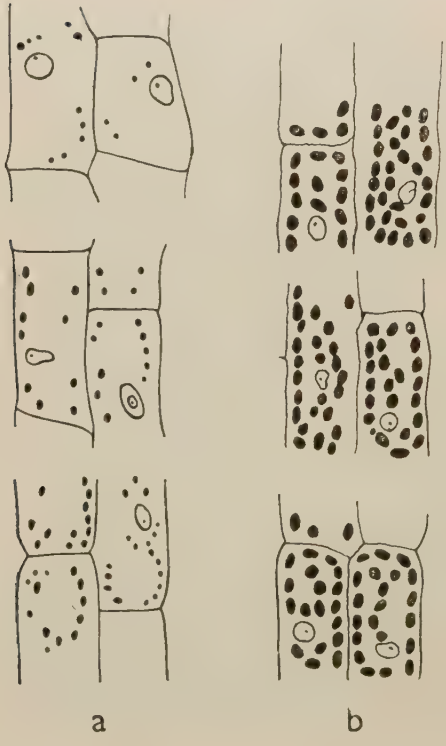
182. Nadměrné dělení buněk (hypergenese) v primárním tumorovém ložisku na stonku *Pelargonium zonale*. V okolí infiltrace patogena [*Agrobacterium tumefaciens* (Erw. Smith et Townsend) Conn] do rostlinných pletiv (a) nastává dělení buněk periklinálně k ložisku nákazy (b).
Podle Noëla 1946

DIAGNOSTICKÉ ZNAKY CHOROB

Od vlastních příznaků choroby, tj. viditelného projevu onemocnění, se někdy rozlišují tzv. znaky chorob. Pod pojmem těchto znaků chorob (vhodněji znaků patogena) rozumíme charakteristiku patogena, vytvářenou jeho strukturou nebo některými zvláštními vlastnostmi, které jej činí typickým (vůně, zbarvení orgánů apod.). Jejich význam je v tom, že jsou značně důležité pro diagnosu choroby. Zvláště cenným pomocníkem jsou pak při určování chorob houbových. Z praktického hlediska je můžeme



183. Obrovské parenchymatické buňky v cévních svazcích cukrovky vzniklé po podráždění háďátkem řepným — *Heterodera Schachtii.*
Orig. B. Němec



184. Poškození chloroplastů v listech cukrové třtiny virovou mosaikou. Chloroplasty v onemocnělých (a) a zdravých (b) listech.
Podle Cooka 1947

rozdělit na diagnostické znaky vnější a vnitřní.

Na povrchu napadených rostlinných orgánů bývají často nápadné a typické povlaky houbových vláken, konidiové „polštářky" hub a kupky jejich výtrusů, charakteristicky utvářené houbové plodnice, slizovité povlaky bakterií apod., a to tím spíše, jsou-li typicky zabarveny, nebo dochází-li jejich vlivem k současné deformaci orgánů. Tak např. bílé moučnaté povlaky orgánů jsou typické pro skupinu padlí, zvláště za přítomnosti drobných kulovitých plodniček (perithecií na jejich povrchu. Podobné červené a tvrdé plodnice na zdřevnatělých částech různých stromů nebo keřů svědčí o napadení houbou *Nectria* sp. Typická bývají rovněž prášivá ložiska výtrusů snětí, rezavé kupky rzí, právě tak jako jejich pohárkovité prášilky. Cennými rozlišovacími znaky mohou být rovněž velikost nebo tvar výtrusných ložisek, po případě napadení pouze určitých orgánů. Všechny tyto znaky umožňují přesnou diagnosu patogena zvláště v těch případech, kdy určitý druh parasita je pro rostlinu specifický (ponejvíce u obligátních parasitů).

V mnohých případech může být vítaným diagnostickým znakem specifická vůně produkovaná patogenem, např. u mazlavé sněti pšeničné slaneč-kový zápach po trimethylaminu, příjemná vůně dřeva rozkládaného chorošem anýzovníkem vonným [*Anisomyces odoratus* (Wulf.) Pilát aj.] nebo zabarvení rostlinných pletiv (např. u fusariových hnilob — růžové zabarvení dužniny napadených okurek). O specifických znacích jednotlivých patogenů je pojednáno podrobně ve speciální části u každé choroby zvlášť.

Vnitřní znaky patogena jsou dány hlavně jeho morfologií a způsobem jeho pronikání do hostitelových pletiv, po případě jinými charakteristickými vlastnostmi patogena (např. antigenními — u virů, různými vlastnostmi chemickými u bakterií apod.). Pro detailní rozlišení jednotlivých druhů patogenů mají tyto vnitřní znaky často význam rozhodující.

SYMPTOMY A NOMENKLATURA CHOROB

Podle příznaků rostlinných chorob se často tvoří názvy jednotlivých onemocnění. Kromě tohoto symptomatického názvosloví se však ve fytopatologii používá i nomenklatura „etiologická", označující chorobu přímo jménem původce nebo jménem od původce odvozeným. O oprávněnosti jednoho nebo druhého směru je možno diskutovat. (O problematice byla zmínka již v odstavci nazvaném „symptomy a klasifikace chorob").

Obě nomenklatoriky mají své nevýhody, etiologická zvláště v tom, že nevystihuje podstatu chorob komplexních, fysiologických a etiologicky dosud nejasných, nebo v těch případech, kdy v řetězu příčin bývá patogen až na místě posledním nebo má zcela podružný význam. Leč i označení chorob podle symptomů má četné nedostatky. U mnohých rostlin (např. jetelovin) není ani možno podle příznaků vyjádřit značně početné skvrnitosti listů, které jsou sice původem rozličné, ale symptomaticky téměř k nerozeznání. V podobných případech si rostlinný patolog často správně vypomáhá vhodně volenými názvy přejatými z mezinárodní (latinskořecké) odborné terminologie. Označení chorob podle příznaků není vhodné ani tam, kde jedna choroba vyvolává za různých podmínek nebo v různých vývojových stadiích choroby příznaky naprosto odlišné. Tak např. houby z rodu *Fusarium* mohou na lnu vyvolat v raném stadiu vývoje nevzcházivost nebo padání klíčenců, u starších rostlin vadnutí nebo usychání. Podobně houba *Polyspora lini* Laff. může způsobit hnědnutí lnového stonku nebo jeho lámavost. Dalších příkladů by se našlo mnoho. Proto je ve všech těchto případech označení choroby odvozené podle původce zcela na místě (např. fusariosa žita, lnu apod.) a podle symptomů je pak vhodnější označit pouze určitou fázi choroby.

Značnou závadou dosavadního názvosloví chorob je to, že mnohé názvy přejaté ze symptomatologie bývají užívány vícevýznamově nebo mají více významů. Příkladem může být označování mnohých chorob jménem spála. U řepy nebo máku jím bývá myšlena nekrosa hypokotylu, doprovázená často padáním mladých rostlinek, kdežto u lnu (původce *Pythium* sp., po případě *Asterocystis* sp.) nekrosa kořenů, u jetele pak nekrosa stonku (doprovázená lámavostí), u skladovaných jablek nekrosa pokožky (tzv. scald); u různých rostlin se názvem spála označuje místní odumírání určitých pletiv nebo i celých orgánů následkem nejrůznějších příčin, často ve větších povrchových partiích (např. „popálením" postřiky, vlivem mrazu, působením slunečního záření, různými houbami apod.). Ve všech těchto případech označuje pojem „spála" sice stejný typ onemocnění (lokální nekrosy), avšak název není analogicky používán u jiných chorob stejného charakteru. Jindy však je určitého termínu nesprávně užíváno v naprosto odlišném smyslu, takže mnohé názvy se nekryjí s typem a skutečnými symptomy a vzbuzují tak zcela klamný dojem o charakteru choroby. Typickým příkla-

dem tohoto chybného, i když snad vžitého názvosloví je označování chorob jménem rakovina (viz str. 415). U brambor a vojtěšky název zcela vhodně poukazuje na hyperplastické bujení určitých orgánů a u mrazové rakoviny ovocných stromů označuje pochod nekrotický a hyperplastický. Označování mnohých chorob tímto názvem, např. rakovina řepky, konopí, rajčat, jetele aj. je naprosto nevhodné a nesprávné, neboť jde většinou o místní nekrosy (jindy označované jako spála a jinak).

Naproti tomu zcela analogické a podle původce systematicky blízké choroby se někdy označují různými názvy (např. rakovina brambor, rakovina vojtěšky a naproti tomu nádorovitost košťálovin).

Používání synonym v různých významech není však vždy na závadu. Naopak mnohdy je vítaným prostředkem pro označení různých původců. Tak např. pojmy anthraknosa, melanosa, černání a čerň znamenají vždy tmavá až černá ložiska choroby; bývá jich však vhodně užíváno v různém smyslu, respektive ve vztahu k různým patogenům: anthraknosa k označení nekrotických chorob vyvolaných houbami z rodů *Colletotrichum, Ascochyta,* po případě *Gloeosporium* (anthraknosa fazolí, cibule, lnu, okurek, jetele, hrachu, čočky, révy vinné, rybízu); čerň nebo melanosa pro houbové původce vyvolávající černé povlaky na rostlinných orgánech, např. houby z rodu *Cladosporium, Alternaria* apod. (čerň nebo melanosa jablek, čerň řepková, okurková, obilná, chmelová, cibulová aj.), černání pak pro nekrosy stonku doprovázené černým zbarvením.

V některých případech je užíváno v českém názvosloví k označení choroby přímo jméno parasita, takže název původce i choroby se zcela kryje. Takové označení je zcela na místě (např. padlí jabloňové, plíseň zelná aj.), jestliže nepopírá symptomatickou nebo etiologickou stránku názvu. Někdy je snaha „vypůjčit si" pro název choroby latinského jména původce, např. choroba: peronospora chmelová, původce: plíseň chmelová — *Pseudoperonospora humuli* (Miyabe et Takahashi) Wilson. Jindy se naopak původci dává název podle výrazného diagnostického znaku choroby (např. nádorovka kapustová*) — *Plasmodiophora brassicae* Wor.), někdy však bez ohledu na původ choroby. Tak bývají např. podle charakteristických myceliových nebo fruktifikačních „plísňovitých" povlaků houby na rostlinných orgánech označovány choroby nebo jejich původci názvy jako „plíseň sněžná" (*Fusarium nivale* Ces.), „plíseň dusivá" [*Epichloe typhina* (Pers.) Tul.], „plíseň šedá" (*Botrytis cinerea* Pers.), i když původce ve skutečnosti není plísní v pravém smyslu systematické mykologie (nepatří do skupiny plísní *Phycomycetes*). Taková chybná nomenklatorika vede k mylnému názoru na podstatu choroby a následkem toho nezřídka i k používání nevhodných ochranných metod.

Srovnáme-li vhodnost nomenklatoriky etiologické a symptomatické, pozorujeme, že ani jeden, ani druhý způsob označování chorob nemůže plně uspokojit nárok na názvosloví vědecky opodstatněné a při tom přístupné nejširším vrstvám praktiků. Symptomatické názvosloví naprosto nepostačí nejen tam, kde choroba má několik rovnocenných (stejně důležitých a stejně typických) příznaků nebo více vývojových stadií, ale zvláště tehdy, když týž původce vyvolává chorobu na různých hostitelích a s mnoha různými příznaky. Tak je tomu zvláště u chorob virových, kde podle

*) Cejp 1950.

symptomatické terminologie lze virosu vyvolanou jedním virem považovat za množství různých viros. Můžeme ji však připustit jako prozatímní u viros nebo chorob dosud neprozkoumaných.

Naproti tomu by bylo přehnané užívat etiologického názvosloví tam, kde určitá choroba může mít mnoho různých původců, jejichž význam je často teprve druhotný, a při tom průběh choroby, závislý hlavně na vnějších činitelích, je u všech původců prakticky stejný a také ochranná opatření proti nim jsou založena na stejných principech. Jako příklad může být uvedeno černání pat stébel obilnin (tzv. stéblolam), vyvolaný více než 30 různými původci, nebo padání kličenců, na němž se účastní celá řada různých hub. Stejně je mnohdy neúčelné, aspoň prakticky, rozlišovat chorobu podle původců, a to tam, kde různí původci vystupují společně a navzájem se podmiňují (např. u anthraknosy hrachu). Ovšem ve všech podobných případech, kdy určitý původce vybočuje svým významem (zcela odlišnou biologií, hospodářskými následky a způsobem ochrany) z rámce ostatních spolučinitelů, je nutné i v názvosloví uplatnit etiologické rozlišení.

V zásadě si nutno uvědomit, že nomenklatura chorob se často neshoduje ani se symptomy, ani s původcem a že mnohé názvy jsou používány spíše ze zvyklosti než z vědeckého opodstatnění. Při kritice nevhodných názvů musíme mít však na zřeteli, že označení jednotlivých chorob vznikala často v době, kdy původ a příčina choroby byly neznámy. I dnes často předchází označení choroby její identifikaci. Ovšem nevhodné názvy chorob se neudržují jen ze zakořeněné tradice, ale i z nedostatku dobrých názvů nových.

Literatura

Appel O., Westerdijk J.: Die Gruppierung der durch Pilze hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten. Z. PflKrankh. 29: 176—186, 1919.

Atanasoff D.: Is bitter pit of apples a virus disease. Phytopath. Z. 7: 145—168, 1934.

Baudyš E.: Vztah hálkotvorců k různým druhům vrb. Entomologické listy 11: 82—86, 1948.

Baudyš E.: Hospodářská fytopatologie. Brno 1929.

Baudyš E.: Kapradinovitost listů rajských jablíček. Praktický rádce č. 20, Milotice nad Bečvou 1937.

Baudyš E.: Virusové keříčkovatění papriky. Milotický hospodář. č. 1, Milotice nad Bečvou 1941.

Baur E.: Zur Aetiologie der infektiösen Panaschierung. Ber. dtsch. bot. Ges. 22: 453 až 460, 1904.

Bawden F. C.: A study on the histological changes resulting from certain virus infection of the potato. Proc. Roy. Soc. B., 111: 74—85, 1932. Cit. K. M. Smith, 1951.

Bawden F. C., van der Want J. P. H.: Bean stipple-streak caused by a tobacco necrosis virus. Tijdschr. PlZiekt. 55: 142—150, 1949.

Black L. M.: A virus tumor disease of plants. Amer. J. Bot. 32: 408—415, 1945. Cit. Köhler a Klinkowski, 1954.

Blattný C.: Virová choroba „malý list" a pohárkovitost listů lípy. Ochrana rostlin 14: 80—81, 1938.

Blattný C.: Referát na pracovní fytopatologické poradě dne 30. a 31. května 1951 v Praze-Dejvicích, 1951.

Blattný C., Brčák J., Limberk J., Bojňanský V.: Příspěvek k epidemiologii stolburu v ČSR se zvláštním zřetelem na brambory. Čs. biologie 5: 95—104, 1956.

Blattný C., Osvald V.: Předběžný přehled viros chmele a boj proti nim. Ochrana rostlin 22: 5—28, 1949.

Blattný C., Osvald V.: Příspěvky k poznání viros rostlin. Ochrana rostlin 23: 185 až 195, 1950.

Blattný C., Starý B.: Atlas škodlivých činitelů ovocných plodin. Praha 1944.

Bodine E. W., Newton J. H.: The rasp leaf of cherry. Phytopathology 32: 333—335, 1942.

Bojňanský V., Blattný C.: Virózne žltenky a bezsemenosti vo svetle sovietských a našich výskumov. Biológia 8: 538—560, 1953.
Bramble W. C.: Effect of *Endothia parasitica* on conduction. Amer. J. Bot. 25: 61—65, 1938.
Braun H.: Die Symptomatologie als vordringliche Aufgabe der Pflanzenpathologie.. Z. PflKrankh. 56: 1—6, 1949.
Cejp K.: Základy všeobecné a speciální fytopatologie. Skripta. Praha 1953.
Cook M. T.: Effect of mosaic on the content of plant cell. J. Dept. Agric. Porto Rico 10: 229—238, 1926. Cit. Smith K. M., 1951.
Cook M. T.: Virus and virus diseases of plants. Mineapolis 1947.
Corrie F. E.: Manganese deficiencies in plants. Fertil. Feed. St. J. 51: 303—311, 1954.
Čelakovský L. J.: O listech šitých a exkrescenčních. Rozpravy České akad. pro vědy, slovesnost a umění, II. tř., 1: 835—860, 1892.
Dickson J. G.: Diseases of field crops. New York, London, 1947.
Dunin M. S.: Immunogenez i jego praktičeskoje ispolzovanie. Riga 1946. Překlad N. Puma: Odolnost rostlin a živočichů proti chorobám, Praha 1949.
Dvořák R.: Nanismy (Trpasličí formy rostliny). Mohelno — Archiv Svazu pro ochranu přírody a domoviny v zemi Moravskoslezské sv. 5, str. 1—152, 1935.
Dykyj - Sajfertová D.: Uměle vybavené rostlinné abnormity a jejich příbuznost s virosami. Preslia 25: 157—182, 1953.
Evenhuis H. H.: Investigations on a leafhopper-borne clower virus. Additional abstr. of papers, 3rd Conf. on Potato virus dis., 6, Lisse — Wageningen, 1957.
Fic V.: Dosavadní praktické poznatky o rozšiřování nekrosy u podnožové révy. Sborník „Virové choroby". ČSAZV a SAV, str. 57, Praha 1956.
Gallay R., Wurgler W., Bovey R., Leyvraz H.: La dégénérescence infectieuse de la vigne. Rev. rom. Agric. 11: 17—24, 1955.
Gäumann E.: Pflanzliche Infektionslehre, Basel 1946.
Gäumann E.: Pflanzliche Infektionslehre. 2. Aufl. Basel 1951.
Gäumann E., Jagg O.: Über das toxigene und das physikalisch induzierte Welken. Phytopath. Z. 16: 226—256, 1950.
Gäumann E., Naef-Roth S., Miescher G.: Untersuchungen über das Lycomarasmin. Phytopath. Z. 16: 257—299, 1950.
Heald F. D.: Manual of plant diseases. New York, London, 1926. II. Edit. 1933.
Helms K., Pound G. S.: Host nutrition in relation to concentration of potato virus X and tobacco ring spot virus. Phytopathology 45: 567—573, 1955.
Hodgson R. W., Peterson W. H., Riker A. J.: The toxicity of polysacharides and other molecules to tomato cuttings. Phytopathology 39: 47—62, 1949.
Holmes F. O.: Order Virales. The filtrable viruses. Bergey's Manuel of determinative bacteriology. VI. Edit. Baltimore 1948.
Cholodnyj N. G., Jarošenko G. D., Tachtadžan A. L.: K experimentalnoj morfologii i teratologii lista. Botan. Žurnal SSSR, 29: 1944.
Jaczewski A. A.: Schema klassifikacii fitopatologičeskich javljenij po tipu proizvodimych izmenenij v rastitelnych tkanjach. Trudy 4go Vseross. Entomo-Fitopat. Sjezda v Moskvě, 8—14 Dek. 1922, str. 85—92, Moskva, 1924.
Kamenický K.: Morfologické a biologické úchylky na ovoci v r. 1949 v Československu. Sborník ČAZ 22: 635—652, 1949.
Kirchner O.: Die Krankheiten u. Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. I. Aufl. Stuttgart 1890.
Klášterský I.: O cowl-forming virosis in roses, limetrees and elmtrees. Studia botanica čechoslovaca 12: 73—171, 1951.
Kobel F.: Untersuchungen über toxische Stoffwechselprodukte von *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. Phytopath. Z. 18: 157—195, 1951.
Köhler E.: Mitt. Biol. Reichanst. 61: 1—11, 1940. Podle Gäumanna, 1951.
Köhler E.: Wurzelbildung und Scheinmosaik an Blättern von *Gomphrena globosa.* NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart 6: 29, 1954.
Köhler E., Klinkowski M.: Viruskrankheiten. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. II. Bd., I. Lief. 6. Aufl. Berlin u. Hamburg, 1954.
Kostoff D., Gheorghieva R.: Studies upon the reaction of certain tobacco graft components against the tobacco mosaic virus. Arch. ges. Virusforsch. 3: 62, 1943. Cit. Köhler a Klinkowski, 1954.
Kraus G.: Über die Ursachen der Formänderungen etiolierter Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 7: 209, 1869/70. Cit. Küster, 1916.

Kraybill H. R., Brever P. H., Samson R. W., Gardner M. W.: A noninfectious leaf-deforming principle from mosaic tomato plants. Phytopathology 22: 629—636, 1932.
Krenke N. P.: Regeneracija rastenij. Moskva, Leningrad 1950.
Kunkel L. O.: Histological and cytological studies on the Fiji disease on sugar cane. Bull. Exp. Sta. Hawaiian Sugar Planters Assoc. 3: 99—107, 1924. Cit. Smith, 1951.
Kunkel L. O.: Studies on cranberry false blossom. Phytopathology 35: 805—821, 1945.
Küster E.: Pathologische Pflanzenanatomie. 2. Aufl., Jena 1916.
Küster E.: Pathologische Pflanzenantomie. 3. Aufl., Jena 1925.
Kvíčala B. A., Pfeiferová J.: Virové nekrosy v matečných vinicích. Vinařství 48: 124—125, 138—139, 1955.
Lindemuth H.: Studien über die sogenannte Panaschüre und über einige begleitende Erscheinungen. Landw. Jahrb. 36: 807—861, 1907.
Linford M. B.: Studies of pathogenesis and resistance in pea wilt caused by *Fusarium orthoceras* var. *pisi.* Phytopathology 21: 797—826, 1931a.
Linford M. B.: Wound inoculation in relation to resistance in the *Fusarium* wilt of peas. Phytopathology 21: 827—833, 1931b.
Mayer A.: Über die Mosaikkrankheit des Tabaks. Landw. Versuchsanst. 32: 450 až 467, 1886.
McLarty H. R., Wilcox J. C., Woodbridge C. G.: A yellowing of alfalfa due to boron deficiency. Sci. Agr. 17: 515—517, 1937. Cit. Dickson, 1947.
Merkenschlager F.: Pflanzenernährung und Pflanzenkrankheiten. Handbuch d. Pflanzenkrankheiten I. Bd., I. Teil, 6. Aufl., 199—317. Berlin 1933.
Meyen F. J. F.: Pflanzen-Pathologie. Berlin 1841.
Miescher G.: Über die Wirkungweise von patulin auf höhere Pflanzen insbesondere auf *Solanum lycopersici* L. Phytopath. Z. 16: 369—397, 1950.
Milovidov P.: Sur le problem de la panachure. Deux cas des provenance de la structure en forme d'etui des plantes panacheés. Public. Fac. Sc. Univ. Charies Prag 1924.
Morstatt H.: Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923. Cit.: Morstatt, 1933.
Morstatt H.: Allgemeine Pflanzenpathologie. Handbuch d. Pflanzenkrankheiten, Bd. I., Teil I, 6. Aufl., 80—198. Berlin 1933.
Murphy P. A.: On the cause of rolling in potato foliage and on some further insect carriers of leafroll disease. Sci. Proc. R. Dublin Soc. 17: 163, 1923. Cit. Smith, 1951.
Musil M., Valenta V.: Prenos stolburu a príbuzných vírusov pomocou niektorých cikád. Biológia 13: 133—135, 1958.
Němec B.: Život rostlin. Praha 1942.
Noll: Über das Etiolement der Pflanzen. Sitzungsber. Niederrhein. Ges. Natur.- u. Heilkunde, Bonn 1901. Cit. Küster, 1916.
Orlando A., Silbersmidt K.: O vetor da „clorose infecciosa" das malváceas. Biológico 11: 139—140. Cit. Köhler a Klinkowski, 1954.
Peklo J.: Etiologie panašování. Rozpravy české akademie pro vědy, slovesnost a umění, II. tř. 24: 49—124, 1914.
Penzig O.: Pflanzen Teratologie. Berlin 1921—1922.
Pierce W. H.: Identification of certain viruses affecting leguminous plants. J. agric. Res. 51: 1017—1039, 1935.
Poplavskaja G. I.: Ekologija rastenij. 1948.
Pound G. S., Helms K.: Effect of temperature of multiplication of potato virus X in *Nicotiana* species. Phytopathology 45: 493—499, 1955.
Quanjer H. M.: Die Nekrose des Phloems der Kartoffelpflanze, die Ursache der Blattrollkrankheit. Meded. Landbouwhoogeschool., Wageningen 6: 41, 1913.
Rataj K.: Choroby přadných rostlin. Fusariosy. Praha 1954.
Ritzema Bos.: Ergrünungsmangel infolge zu nieder Frühlingstemperatur. Z. PflKrankh. 2: 136, 1892. Cit. Küster, 1925.
Ryžkov V. L.: Osnovy učenija o virusnych boleznjach rastěnij. Moskva 1944.
Řetovský R., Maršálek J., Hršel I.: Kápovitost klíčních rostlin a deriváty kyseliny fenoxyoctové. Čs. biologie 1: 43—47, 1952.
Sachs J.: Über den Einfluss der Temperatur auf das Ergrünen der Blätter. Flora 47: 497, 1864. Cit. Küster, 1925.
Scheffield F. M. L.: The development of assimilatory tissue in Solanaceous hosts infected with aucuba mosaic of tomato. Ann. appl. Biol. 20: 57—69, 1933.
Smith E. F., Brown N. A., Townsend C. O.: Crown-gall of plants: its cause and remedy. U. S. Dept. Agr. Bur. plant Ind. Bull. 213. Washington 1911.
Smith K. M.: Textbook of plant virus diseases. London 1937.

Smith K. M.: Tobacco rosette: a complex virus disease. Parasitology 37: 21—24, 1946. Cit. K. M. Smith, 1951.
Smith K. M.: Recent advances in the study of plant viruses. 2 Edit., London 1951.
Smolák J.: A contribution to our knowledge of water-core disease of apples. Communition XI. Congres international d'hoorticulture, 16.—21. IX. Rome 1935.
Smolák J.: Sklovitost jablek. Rozpravy čsl. akademie věd, 54, 1945.
Smolák J.: Virové choroby a listy. Ochrana rostlin 22: 173—203, 1949.
Smolák J.: K otázce morfestesie listů. Výroční zpráva Vyšší hospodář. školy v Roudnici, 1913.
Smolák J.: Mosaika révy vinné. Výroční zpráva St. vyšší ovocn. vinařské a zahrad. školy a stanice pro choroby rostlin, Mělník 1926.
Smolák J., Novák J. B.: Příspěvky k virologii ovocných plodin. Sborník Vys. školy zemědělské v Praze 1: 101—118, 1957.
Sorauer P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. I. Aufl. Berlin 1874.
Straňák F., Blattný C., Klečka A.: Příspěvek k histologii a cytologii listů panašované révy vinné. Ochrana rostlin 11: 197—205, 1931.
Suchov K. S.: Virusy, Moskva 1956.
Suchov K. S., Vovk A. M.: Identifikacija želtuchi kog-sagyza s želtuchoj astr i ustanovlenije vozmožnoj jejo svjazi so stolburom tomata. Dokl. Akad. Nauk SSSR, 48: 387—390, 1945.
Suchov K. S., Vovk A. M.: Stolbur paslenovych. Moskva 1949.
Thung T. H.: Die krulen kroepoek-ziekten van tabak en de oorzakem van hare verbreiding. Proefst. Vorstenlandsche Tabak. Meded. 72, 1932. Cit.: Smith K. M., 1937.
Tjallingii F.: Mosaikkrankheit u. Welkeerscheinungen bei Freilandgurken. Gartenbauwirtschaft Wien, str. 1—4, 1955.
Tompkins C. M.: Influence of the environement on potato mosaic symptoms. Phytopathology 16: 581—610, 1926.
Unger F.: Die Exantheme der Pflanzen, Wien 1833.
Vager R. M.: Stolburnoje uvjadanije kartofelj. Mikrobiologija 2: 198—202, 1953.
Vielwerth V.: Předčasné odumírání a měknutí bramborů v letech 1932—1933. Ochrana rostlin 13: 176—185, 1933.
Virchov: Über Metaplasie. Arch. f. path. Anat. 97: 410, 1884. Cit. Küster, 1925.
Vries M. S. de: Über die Ursache des Auswachsens des Hypokotyls bei Keimlingen von *Avena sativa.* Rec. trav. bot. Néerland 14: 109, 1927. Cit. Küster, 1916.
Want J. P. H. van der: Het stippelstreep van de boon (*Phaseolus vulgaris*) een ziekte veroorzaakt door een virus, dat in de grond everbblijft. Tijdschchr. PflZiekt. 54: 85—90, 1948.
Whetzel H. H.: Classification of plant diseases. Lecture text. Cornell Univ., Ithaca 1925.
Wilson J. H.: Effects of nutrition and light intensity on symptoms of leaf-roll virus infection in the potato plant. Ann. appl. Biol. 43: 273—278, 1955.
Wollenweber H. W.: Tracheomykosen und andere Welkekrankheiten nebst Aussichten ihrer Abwehr. Angew. Bot. 4: 1—14, 1922.

Boj proti chorobám

ZPŮSOBY BOJE PROTI CHOROBÁM

CESTY OCHRANY ROSTLIN

Stejně jako vznik choroby je výsledkem působení celé řady činitelů, ani ochrana proti chorobám není jednoznačná. U chorob fysiologických se hlavní pozornost věnuje jednak správné výživě rostlin a jednak snaze zabránit škodlivému působení nepříznivých vlivů povětrnostních a klimatických; u chorob infekčních je ochrana zaměřena hlavně proti původci (patogenu), a to buď přímo, nebo nepřímo.

Veškerá opatření v ochraně rostlin lze podle podstaty rozdělit do dvou skupin:

1. Zákroky profylaktické neboli preventivní, které mají buď zabránit nákaze, po případě znemožnit přenos infekčních chorob nebo snížit disposici rostlin vůči onemocnění a tím vlastně zvýšit její odolnost.

2. Zákroky terapeutické, léčebné čili kurativní, které z praktického hlediska rozdělujeme na opatření: a) agrotechnická, b) mechanická a fysikální, c) chemická, d) biologická, e) karanténní a f) šlechtitelská.

Při použití všech metod platí tyto zásady:

1. Veškeré zásahy se musí podnikat se zřetelem na biologii původce choroby.

2. Veškerá opatření je nutno provádět s ohledem na podmínky prostředí a v pravý čas.

3. Ochrana musí být prováděna vždy tak, aby zákroky (agrotechnickými, chemickými aj.) nebyla porušována biologická rovnováha v přírodě, neboť jinak by došlo dříve nebo později k těžkým hospodářským škodám.

4. Ochranná opatření musí být hospodárná, tzn. že výnos ošetřované kultury musí převyšovat náklady vynaložené na provádění ochranných opatření. Přitom se nesmí zapomínat, že některá ochranná opatření se neprojeví okamžitým ekonomickým efektem, ale mají význam pro udržení zdravotního stavu plodin v příštích letech. Rentabilita ochranných opatření se tedy musí posuzovat z hlediska celého národního hospodářství.

5. Cílevědomá ochrana rostlin může být řešena jedině komplexem metod a zákroků, z nichž každý má svůj určitý význam a zvláštní působnost.

AGROTECHNIKA OPATŘENÍ

Agrotechnické způsoby ochrany rostlin představují soubor všech pěstitelských opatření, která mají vytvářet nejvhodnější podmínky pro zdárný růst a vývoj rostlin a k zabezpečení úspěšné sklizně plodin. V poslední době, kdy se ochrana rostlin stala po zásluze nedílnou součástí rostlinné výroby a kdy se za nutné opatření považuje i chemické ošetření kultur

(např. ve vinohradnictví proti peronospoře), se mezi agrotechnická opatření v širším technickém smyslu řadí všechny zásahy, které směřují ke zdárnému vývoji kultur, tedy i všechny způsoby ochrany. V rámci této knihy není však možno zabývat se veškerými agrotechnickými opatřeními, jež určují zdárný vývoj rostlin; bude zde poukázáno pouze na některé příklady, které zlepšují podmínky stanoviště, a z pěstitelských zásahů na ty, jež jsou bezprostředně spjaty s ochranou rostlin.

Zlepšení podmínek stanoviště

Při zlepšování podmínek stanoviště z hlediska ochrany rostlin věnujeme pozornost úpravě půdy a úpravě biotických a klimatických podmínek stanoviště.

Úprava půdy

Hlubokou orbou se zbytky rostlin po vegetaci dostávají hluboko do půdy, čímž se ničí napadený hostitel jako zdroj infekce. Někteří patogeni se hlubokou orbou ničí přímo, jako na příklad *Ophiobolus graminis* Sacc., původce černání pat stébel pšenice, který nenachází v hlubokých vrstvách půdních příznivé podmínky pro život. Jiní parasiti sice nehynou, ale nemohou se dále šířit.

Také zpracování půdy po zasetí má velký význam. Např. zákroky sloužící k udržení drobtovité půdní struktury a rozrušení půdního škraloupu jsou také obrannými opatřeními proti některým chorobám, např. řepné spále.

Z dalších agrotechnických opatření vztahujících se ke zpracování půdy je možno se zmínit o významu poslední naorávky ornice při ošetřování brambor. Ornice vysoko naoraná k trsům ztěžuje přenos nákazy plísně bramborové [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] z listů k hlízám. Zoospory uvolňované ze sporangií a čile se pohybující ve vlhké půdě mají velmi krátkou životnost, asi 5 hodin, takže při větší vrstvě naorané půdy a zvláště v sušší půdě nedospějí k hlízám.

Hnojením můžeme do značné míry ovlivňovat disposici hostitele k ochoření. Podrobněji je tato otázka zpracována v kapitole Choroby z nedostatku nebo nadbytku výživy (str. 26). Ovšem hnojivy neovlivňujeme jen disposici hostitele k ochoření, ale upravujeme i prostředí v půdě pro život četných parasitů. Tak např. vápněním měníme pH v půdě směrem k zásaditosti, takže v takových půdách se nedaří plasmodiofoře (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) a některým jiným půdním houbám.

Úprava biotických podmínek stanoviště

Biologickou úpravou půdy se usměrňuje činnost půdních mikroorganismů. Nejvýznamnější jejich úloha ve vztahu k rostlinným chorobám je ve vzájemných konkurenčních a antagonistických vztazích jednotlivých druhů.

Je třeba se zmínit také o významu zeleného hnojení, po případě hnojení statkovými hnojivy a používání kompostů. Některé patogenní houby se totiž udržují na nerozložených rostlinných zbytcích saprofytním způsobem a nepřecházejí do parasitního stadia. Wollenweber (1920) uvádí, že zeleným hnojením je možno podstatně snížit napadení brambor kořeno-

morkou bramborovou (*Rhizoctonia solani* Kühn). Zlepšení mikrobiálních půdních vlastností je možno dosáhnout též bakterisací semen; v tomto směru je zajímavý účinek azotobaktera při ošetření semen různých rostlin. Tak např. cukrovka bakterisovaná azotobakterem bývá méně napadána srdečkovou hnilobou (Lasík 1953). Větší význam než azotobakter sám mají však jeho symbionti, kteří zvláště na půdách dusíkem chudých mohou potlačit růst některých fytopatogennich hub (jako např. *Alternaria* sp., *Rhizoctonia solani* Kühn, *Pythium* sp.) (Novák B., Dvořáková 1955).

Dále je důležité hlavně hubení plevelů a odstraňování posklizňových zbytků vegetace, po případě ničení mezihostitelů. Význam hubení plevelů z hlediska rostlinné hygieny je hlavně v ničení rezervoárů chorob a ničení mezihostitelů. Plevely kromě toho vytvářejí také vhodné mikroklimatické podmínky pro infekci rostlin chorobami. V zaplevelených porostech bývá obvykle vlhčí mikroklima příznivé pro rozvoj houbových chorob.

Úprava klimatických podmínek

Zlepšení klimatických podmínek stanoviště je možné jen v omezeném rozsahu, a to tím spíše, že intensita vegetačních faktorů, ovlivněná podnebními složkami, je velmi proměnlivá. Proto jsou tato opatření zaměřena hlavně na zmírnění a zeslabení těch vlivů, které jsou mimo práhové hodnoty nad hraničním maximem nebo pod ním.

Z ochranných opatření ovlivňujících působení klimatických činitelů jsou nejdůležitější opatření proti pozdním jarním mrazům

Pěstitelské zásahy (ošetřování rostlin)

Mezi pěstitelské zásahy, jejichž záměrnou úpravou je možné předcházet onemocnění, patří tato opatření:

Stanovení účelného a správného osevního postupu

Opakované pěstování téže plodiny na stejném pozemku vede k zamoření pozemku parasity specifickými pro tyto plodiny. Následuje-li pšenice po pšenici, dochází snadno k zamoření půdy původci ochoření pat stébel. U některých plodin dochází při opakovaném pěstování k tzv. půdní únavě (např. u lnu). Brambory napadené rakovinou se nesmějí po dlouhou řadu let pěstovat na zamořeném pozemku. V souvislosti s osevnými postupy je důležité volit vhodnou předplodinu a vyvarovat se nežádoucího sousedství.

Volba vhodných odrůd

Pokud jsou vyšlechtěny sorty rostlin odolné proti chorobám, pak jejich použití je velmi účinným způsobem boje proti chorobám. Např. v oblastech s větším množstvím letních srážek je nutno při pěstování fazolí volit odrůdy tyčkové, které jsou méně náchylné k anthraknose.

Výběr osiva a sadby a jejich úprava

Při výběru osiva nebo sadby z hlediska ochrany rostlin se řídíme zvláště těmito zásadami:

Osivo vybíráme z porostů, které během celé vegetace vykazovaly dobrý

zdravotní stav a ostatní předpoklady. Získání takového osiva má zajišťovat uznávací řízení.

Při získávání zdravého osiva se postupuje cestou positivních výběrů a cestou negativních výběrů. Positivní výběry mají za účel získat osivo z jedinců výjimečně zdravých, negativní výběry mají odstranit ze semenných porostů veškeré vadné i nemocné rostliny. Negativní výběry jsou úspěšné jedině při včasném provedení.

Zdravotní negativní výběry v porostech jsou nejspolehlivější cestou v ochraně proti těm chorobám, které se přenášejí semenem nebo sadbou v latentní formě. Z tohoto hlediska jsou zvlášť důležitým opatřením proti virovým chorobám těch rostlin, které se množí vegetativně.

Vybrané osivo a sadba se musí ještě před výsevem podrobit dalšímu zdravotnímu výběru, neboť může být kontaminováno zárodky chorob nebo jinak poškozeno během skladování a přípravy.

Předtřídění osiva po stránce zdravotní musí být doplněno ještě mechanickým rozborem, tj. vytříděním osiva a sadby podle velikosti a jakosti. Rostliny pocházející z velkých semen snadněji překonávají mechanický odpor půdy, dříve klíčí a rychleji se vyvíjejí, takže snadněji unikají chorobám. V některých případech jsou malá semena ukazovatelem skryté nákazy. Tak na příklad obilky ječmene napadené helmintosporiosou se často projevují jen menší velikostí.

Stanovení hodnoty klíčivosti a klíčivé energie semen a sadby před výsevem je opatřením velmi důležitým pro posouzení zdravotního stavu osiva. Semena s dobrou klíčivou energií snáze odolávají různým chorobám, jež napadají rostliny v raném vývoji, neboť snáze urostou nákaze. Špatná klíčivost a snížená energie klíčivosti může být naopak známkou latentní infekce, která se může projevit teprve na děložních lístcích, hypokotylu nebo i později. Špatná klíčivost osiva svědčí někdy o přestálé infekci v porostu a tím o menší pěstitelské hodnotě, i když se choroba nepřenáší semenem. V tomto směru je zvláště pozoruhodná snížená klíčivost u semen pocházejících z matečných rostlin napadených virovými chorobami (např. u celeru, cibule aj.).

Stanovení klíčivé hodnoty osiva mívá tu výhodu, že se v některých případech může zjistit též skryté napadení houbovými chorobami (např. fusariosami, alternariosami apod.). Vzhledem k tomu, že klíčení semen může poukazovat na jakost osiva po mnoha stránkách, bylo zavedeno stanovení klíčivosti osiv jako povinná součást uznávacího řízení. V mnohých případech může obraz o vhodné jakosti osiva podat teprve zjištění klíčivosti semen v půdě. Tak např. semena cibule, napadená virovou žloutenkou [*Allium virus 1* (Melh.) Smith] vykazují mnohem větší klíčivost na klíčidlu než v půdě (Novák J. B. in lit.). Zmenšená klíčivost semen na poli může být vyvolána epifytní mikroflorou, často přítomnou na zesláblém osivu.

Odstraněním semen plevelů z osiva se zabraňuje přenosu chorob těmito semeny. Zvlášť nebezpečná jsou semena kokotic (např. *Cuscuta arvensis* R. Br.), která přenášejí mnoho virových chorob.

Zdravotní stav rostlin může být ovlivněn také předseťovou přípravou osiva a sadby. Na příklad předklíčení bramborové sadby urychluje vývoj, čímž se zkrátí vegetační doba, a tak mohou některé sorty brambor uniknout zhoubnému ochoření plísní bramborovou a virosami.

Stáří osiva může u některých plodin mít vliv na zdravotní stav příštích porostů.

Volba vhodné agrotechnické lhůty

Vhodnou úpravou agrotechnických termínů je možno zmenšit napadení chorobami anebo vyloučit nepříznivé vlivy prostředí. Největší význam mají správné lhůty setí.

Je známo, že nízké teploty snižují resistenci některých rostlin vůči napadení patogenem, a to hlavně proto, že rostliny pro svůj pomalý vývoj přicházejí po dlouhou dobu do styku s infekčním prostředím (Gäumann 1951). Na příklad, jsou-li brambory vysázeny příliš brzo do studené půdy, často silně trpí kořenomorkou.

Volba vhodné hloubky setí

Rhizoctonia solani Kühn vystupuje škodlivěji na bramborách sázených do větší hloubky, neboť klíčící rostlina přichází dlouhou dobu do styku s houbou. Podobně je tomu u rhizoktoniového padání klíčních košťálovin. Seidl (1956) uvádí, že při hloubce výsevu 0,5 cm dochází za příznivých okolností k padání u 78 % rostlin, při hloubce 1 cm u 96 % a při setí do 3 cm za týchž podmínek padá plných 100 % rostlin.

Volba vhodné hustoty výsevu

Příliš hustá setba způsobuje, že rostliny žijí v příliš dusné a vlhké atmosféře, příznivé pro infekci parasity. Tak při malém sponu keříčkových fazolí mnohem více rostlin trpí anthraknosou (působena *Colletotrichum lindemuthianum* Bri. et Cav.). Také nedostatek světla při hustém výsevu nepříznivě ovlivňuje zdravotní stav.

Volba vhodné pěstitelské techniky a správné ošetřování rostlin

Volbou vhodné pěstitelské techniky a správným ošetřováním rostlin lze do určité míry ovlivňovat zdravotní stav rostlin. Např. pozdní odstraňování obrostu u štěpovanců otvírá cestu houbovým infekcím, neboť rány se špatně zacelují a pukají mrazem. Otrhání nejspodnějších listů chmele brzo po přiorání je jedním z opatření, které lze doporučit proti peronospoře (Blattný, Osvald 1950).

Zdravotní stav rostlin může být příznivě ovlivněn také štěpováním. Na příklad odrůda jabloní silně trpící moniliosou může být přeštěpována odrůdou odolnější. Naroubováním okurek na tykev fíkolistou (*Cucurbita ficifolia*) je možno zabránit zhoubnému fusariovému vadnutí.

Provedení sklizně

Opožděná sklizeň umožňuje např. při vlhčím počasí silné rozšíření černí obilek. Předčasnou sklizní naopak lze zamezit rozvoj některých chorob, které by způsobily větší škody na výnosu, než jsou škody vzniklé předčasnou sklizní. Na příklad předčasnou sklizní lnu napadeného fusariosou lze zachránit stonky, i když se přitom znehodnotí semena.

Také vhodně volenou technikou sklizně lze zabránit mechanickému poškození, a tím zmenšit možnost infekce.

Úprava skladovacích podmínek

Úprava skladovacích podmínek při přezimování sadby a sazeček je z hlediska hygieny důležitá hlavně pro zamezení tzv. skládkových chorob. Musí být zajištěny takové podmínky, které vzniku a šíření těchto chorob brání (větrání, desinfekce atd.).

MECHANICKÉ ZPŮSOBY OCHRANY

Mechanické a fysikální způsoby ochrany bývají vzhledem k používaným metodám shrnovány obvykle v jeden celek, i když se oba pojmy zcela nekryjí. Při mechanických způsobech se k ochranným účelům užívá mechanické práce nebo mechanických (po případě mechanisačních) prostředků, kdežto při fysikálních metodách se využívá určitého fysikálního jevu (např. zvýšené teploty), který se projevuje biologickými účinky.

Mnohé mechanické ochranné i fysikální způsoby jsou často pracné nebo nákladné. Proto se v ochraně rostlin někdy kombinují (obvykle též pro zvýšení účinku) metody fysikální s chemickými, které jsou si blízké a vzájemně se prolínají. Účinnost chemických přípravků může být fysikální, právě tak jako fysikální metody mohou mít účinky chemické nebo fysikálně chemické. Z těchto důvodů bývají též fysikální a chemické ochranné metody souborně označovány jako technické způsoby ochrany.

Mechanických způsobů v ochraně proti infekčním chorobám se využívá hlavně k odstranění zdroje nákazy. Mezi tyto ochranné způsoby je možno zahrnout hlavně odstraňování rostlinných zbytků po vegetaci (kultivací, ručním sběrem, vytrháváním, shrabováním, spalováním apod.), včasné odstraňování onemocnělých nebo odumřelých rostlin (negativní výběry), po případě jejich částí (chirurgickými zákroky) a v neposlední řadě i mechanické třídění a čištění osiva a sadby. Do těchto opatření spadá i výměna zamořené půdy jako zdroje infekce.

Chirurgické zákroky na rostlinách se provádějí většinou odřezáváním napadených rostlinných částí nebo orgánů, po případě vyříznutím chorobných pletiv, často i s původcem choroby. Menší zásahy je možno provádět pouhým odtržením napadených orgánů (listů, plodů apod.). Tak je někdy možno částečným odlistěním některých větviček zbavit strom virové nákazy, jestliže infekce není systemická a postupuje tkáněmi poměrně pomalu. Rovněž odříznutím větviček nebo menších větví, které jsou napadeny virosou, je možno dosáhnout v některých případech ozdravění. Podobně je možno včasným odstraněním onemocnělého výhonu nebo plodu okurek zabránit dalšímu šíření různých houbových chorob.

Otrháváním mumifikovaných ovocných plodů můžeme alespoň částečně omezit šíření různých mykos (např. moniliosy). Zimním prořezáváním větví odstraňujeme zdroje nákazy, jimiž jsou větve napadené různými patogeny. Podobně odřezáváním jabloňových letorostů, které jsou napadeny padlím, můžeme též do značné míry bránit dalšímu šíření této nebezpečné choroby. Úprava koruny seřezáváním bývá někdy vhodným prostředkem proti obávané apoplexii meruněk. Radikálním řezem až do zdravého dřeva se může zabránit dalšímu šíření moniliového vadnutí větví, které je časté zvláště u raných višní a třešní. Důležitým chirurgickým zákrokem v ovocnářství je též vyříznutí pletiva postiženého klejotokem nebo odříznutí plodnic

dřevokazných hub. Tento zákrok je možno provádět v době, kdy operované orgány jsou schopny regenerace a tvorby závalu. Kromě toho se po hlubokém řezu rána musí desinfikovat a ošetřit.

Výměna půdy, praktikovaná většinou v pařeništích a sklenících, má odstranit půdu zamořenou a jinak biologicky znehodnocenou. Hlavním nedostatkem tohoto způsobu, kromě dosti vysokých nákladů, je okolnost, že nelze většinou zabránit novému zamoření čerstvě vyměněné zeminy, a to buď od spodiny a stěn pařenišť nebo skleníků, nebo nářadím, po případě i botami a oblekem pracovníků. Nově zakládaná půda nesmí přijít nikdy do styku se zeminou, která se odstraňuje.

FYSIKÁLNÍ ZPŮSOBY OCHRANY

Fysikální způsoby rostlinné ochrany jsou v současné době zaměřeny převážně na desinfekci infekčního zdroje (hlavně půdy a semen) a v menší míře též na přímé potírání původců chorob nebo škůdců.

Fysikální metody jsou založeny na různé citlivosti patogena a hostitele vůči různým fysikálním jevům a jejich změnám, které mohou vyvolat poškození organismu. Mezi nejstarší metody patří využití teploty mimo biokinetické rozmezí (zhruba od 0 do 45° C), tj. teplot fysiologicky nízkých nebo vysokých. Nízkých teplot, které omezují životní pochody organismů, se užívá hlavně v ochraně uložených produktů. Původci hnilob se jimi sice nezničí, avšak ve většině případů se zastavuje nebo alespoň zpomaluje jejich vývoj. Biologický účinek vysokých teplot je pro živé organismy většinou letální (smrtící) a je vyvolán různým mechanismem, mimo jiné koagulací živé bílkoviny. Proto je snadnější použití termických metod proti patogenům nebo škůdcům, pokud se vyvíjejí mimo pletiva hostitelské rostliny (např. v půdě), nebo pokud prodělávají vývoj v rostlinných orgánech, které snášejí celkem bez poškození vyšší teploty (suchá semena). V některých případech se daří těmito metodami zneškodnit původce virové nákazy přímo v rostlinách, a to pokud viry vykazují nízký teplotní stupeň inaktivace, nepoškozující živé rostliny. Tato vnitřní termální terapie byla s úspěchem použita proti některým virům broskvoní a jahod (viz str. 479).

Biologických účinků elektřiny na živou hmotu (např. střídavých proudů o vysoké frekvenci nebo proudů o silném napětí) se zatím využívá v ochraně rostlin poměrně málo. Prakticky dobrých a použitelných výsledků bylo dosaženo s elektrodovou sterilací půdy. Pro zvýšení klíčivosti osiva, po případě zneškodnění vnitřní infekce semen bylo pokusně použito k intramolekulárnímu záhřevu semen proudu o vysokých frekvencích (tzv. radiofrekvencí — Woodburg 1955). Někdy se využívá mechanického účinku elektřiny nebo magnetismu, např. speciální elektromagnetické třídiče umožňují odstranit semena parasitní kokotice v osivu, a to na základě různosti povrchu semene kokotice a semen kulturních rostlin (jetelovin, lnu apod.).

V poslední době se upírá pozornost zvláště na využití akustického vlnění a různých druhů záření. Biologická působnost ultrazvuku, dosud ne zcela prozkoumaná, záleží jednak v tepelných a tlakových účincích na buňku a jednak v tzv. kavitačních pochodech, kdy účinkem ultrasonického vlnění vznikají v pletivech kaverny (vyplněné plynem, který byl dosud rozptýlen v tekuté protoplasmě), které rozrušují jednotlivé buňky. Joenichen a

Heimann (1955), kteří zkoumali vliv intensity a doby působení ultrazvuku na letalitu (úmrtnost), zjistili, že konidie fytopatogenních hub jsou vůči těmto vlivům resistentnější než bakterie. Nižší intensity a krátká ozvučení s vyšší energií obvykle působí na růst a rozmnožování parasitů stimulačně. Výhodnější je však kombinovaná terapie, využívající kromě ultrazvuku i chemického, po případě fysikálně chemického účinku různých látek; je použitelná pro ošetření semen infikovaných vnitřně. Působením ultrazvuku na rostliny napadené bramborovým virem X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] se ošetřené rostliny uzdravily (Miczynski 1954). Velmi dobrých výsledků bylo dosaženo při použití ultrazvuku proti různým skládkovým škůdcům na zásobách obilí, např. Peredelskij (1956).

S vývojem teoretické i praktické fysiky se objevuje snaha využít pro ochranné účely též biologických účinků různých druhů záření. Viditelné záření světelné může být sotva využito k přímému potírání rostlinných chorob nebo škůdců, neboť mezi specifickou citlivostí pletiv hostitele a citlivostí patogena vůči světelnému požitku nejsou tak značné rozdíly. Změnou světelné intensity, po případě exposice (doby osvětlení) nebo vlnové délky světla je však možno ovlivňovat (alespoň v určitých stadiích) odolnost rostlin proti různým chorobám. Mechanismus účinku viditelného světelného záření na buňky je dán hlavně tím, že pohlcené záření působí v protoplasmě fotochemickou reakci, jejíž zplodiny buňku dráždí nebo ji při větších intensitách záření poškozují. Tyto zplodiny působí obvykle jako jedy, tj. v malých dávkách bioticky, po případě stimulačně, ve velkých dávkách abioticky. Tak je možno si vysvětlit zvýšení odolnosti vůči fytoftoře bramborových hlíz [*Phytophthora infestans* (Mont) De Bary], které byly vystaveny účinkům slunečního světla, neboť se v nich vytvořily látky, jež mají v určité koncentraci antimikrobiální působnost (např. solanin).

Mnohem větší význam než viditelné záření světelné má pro ochranu rostlin záření ultrafialové, které např. při vlnové délce kolem 2700 Å působí baktericidně (např. Pichler a Wöber 1922). Ultrafialové paprsky mohou v některých případech zneškodnit i viry v rostlinných pletivech, zvláště pokožkových (Bawden et al. 1954). Stejní autoři zjistili, že nakažlivost šťávy vytlačené z listů nakažených virem (*Hyosciamus virus 3* Hamilton) klesá po ozáření ultrafialovými paprsky asi na jednu pětinu.

Četné pokusy byly konány rovněž se zářením o kratších vlnových délkách, než je ultrafialové světlo. Tak např. paprsky X bylo dosaženo inaktivace viru tabákové mosaiky [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith].

Radioaktivní záření, jež může být vyvoláno uměle (radioisotopy), má biologické účinky složité. Radiofosfor P^{32} může zabránit množení viru a vypuknutí symptomů ochoření u mladých tabákových rostlin infikovaných mosaikou; při aktivitě záření 100 úderů za vteřinu na 1 mg váhy čerstvého listového pletiva se množení viru snížilo na ½, při 200 úderech za vteřinu na čtvrtinu (Schlegel et al. 1953). Radioaktivní záření může mít pronikavý vliv též na resistenci rostlin vůči onemocnění. Tak ozařováním pšeničných obilek bylo dosaženo značného zvýšení odolnosti vůči rzím, proti nimž prakticky nejsou žádné prostředky. Obdobné výsledky byly dosaženy u ovsa. Odolnost, kterou rostliny získávají ozářením, je dána hlavně mechanickou pevností stébel a listů, určovanou zvýšenou tvorbou podpůrných sklerenchymatických pletiv (Meyers et al. 1956).

Desinfekce půdy

Desinfekce půdy fysikálními metodami je založena hlavně na využití vysokých teplot (s letálním účinkem na patogenní organismy), ať již se k jejich dosažení užívá tepelných nebo jiných zdrojů (např. elektřiny).

Desinfekce půdy teplem (termická desinfekce půdy) je nejradikálnějším a nejúčinnější zákrokem proti škůdcům a zárodkům četných chorob, které prodělávají vývoj v půdě. Poněvadž je použitelný pouze v malém měřítku, tj. na malých plochách, nachází tento zásah uplatnění většinou jen v zahradnické praxi. Zde je však opatřením velmi důležitým, tím spíše že vzhledem k intensivnímu a opakovanému pěstování určitých druhů plodin v pařeništích a sklenících dochází velmi snadno k zamoření půdy, která je bohatá kompostem. Prakticky malá možnost střídání plodin (zvláště v menších provozech) a nedostatečná účinnost výměny půdy ještě více stupňují praktickou hodnotu tohoto opatření.

Termická desinfekce půdy je vhodná proti převážné většině půdních patogenů. Její velkou výhodou je, že při účelném provedení (zvláště propařováním) nedochází k snížení úrodnosti, nýbrž naopak k prokazatelnému, někdy až podstatnému zvýšení výnosů. Částečnou sterilací půdy vzrůstá totiž nejen množství pohotových živin, ale obvykle též i žádoucí mikrobiální činnost antagonistických organismů, zvláště bakterií. Fytopatogenní bakterie, které nesporulují, bývají zničeny, kdežto sporulující bakterie nepatogenní (indiferentní, užitečné), které jsou jedním z nejdůležitějších článků rovnováhy v přírodě vůbec, se po krátké době začnou množit na úkor nevítaných organismů škodlivých. Z tohoto důvodu je nežádoucí totální sterilace půdy, neboť při ní se ničí všechny živé organismy a tím se hluboce narušují biologické pochody v půdě. Další výhodou termické desinfekce půdy je zneškodnění plevelových semen, což má zvláště význam pro rostliny v prvním období jejich vývoje a pro ovlivnění jejich celkového dobrého zdravotního stavu. Tepelnou desinfekcí půdy, zvláště propařováním, je možno ve většině případů odstranit nežádoucí jev označovaný jako únava půdy.

Aby desinfekce půdy byla účinná, je nutno dodržovat určitá pravidla. Nejdůležitější z nich jsou:

1. Půda nesmí být nikdy přehřáta („přepálena"), neboť ztrácí své koloidně chemické a biologické vlastnosti.

2. Po provedené desinfekci je nutno chránit půdu před novým zamořením, neboť v dočasně sterilní půdě se šíří zárodky chorob obzvláště rychle a škodlivě.

V praxi jde o částečnou sterilaci půdy, která záleží v zahřátí půdy na teplotu nižší než 100° C, při níž se ničí vegetativní stavba mikroorganismů. Částečné termické sterilace půdy může být dosaženo různými způsoby, jež označujeme podle toho, jakého zdroje nebo druhu tepla se využívá. Hygienickým požadavkům nejlépe vyhovuje užití tlakové vodní páry, které je opatřením nejúčinnějším, ačkoliv i použití horké vody nebo suchého tepla, po případě elektřiny, dává v některých případech dosti uspokojivé výsledky. Při přípravě kompostových půd má určitý desinfekční účinek použití tzv. horké metody kompostování (biotermické), při níž se uplatňují ve velké míře i termofilní bakterie.

Desinfekce půdy párou

Desinfekce půdy párou, označovaná též jako propařování půdy, předčí účinkem co do intensity i universálnosti všechny ostatní způsoby termické desinfekce i desinfekci chemickou.

Přestože na provedení jsou jednotlivé metody tohoto pracovního postupu dosti náročné, je desinfekce párou nejen plně rentabilní, levnější než méně účinná výměna půdy, ale má také proti ostatním termickým způsobům půdní desinfekce četné přednosti.

Hlavním principem desinfekce párou, prováděné různými metodami, je dokonalý rozvod přehřáté vodní páry z nízkotlakého parního zdroje (0,5 atm) do půdního prostoru, a to do hloubky, která odpovídá možnému zamoření půdy (nejlépe tak, aby párou byla nasycena celá půdní vrstva). Aby úspěch propařování byl zajištěn, je nutno dosáhnout potřebné výše půdní teploty na určitou dobu za předpokladu dostatečného tlaku, respektive množství vyrobené páry (např. Bunt 1954). Z hlediska praktického a ekonomického je pro úspěšný výsledek desinfekce důležitá rovněž volba vhodného období propařování.

Výše teploty nutná pro desinfikování půdy závisí jednak na organismu, který má být zničen, jednak na četných fysikálních vlastnostech půdy a na hloubce jejího zamoření. Z tohoto důvodu se často shledáváme s různými názory na potřebné dosažení určité teploty a na stanovení doby jejího působení. Proto též dále uváděné hodnoty mají jen relativní platnost a nemohou platit universálně. Tak např. Kotte (1952) uvádí, že při zahřátí půdy na 80° C odumírají v krátké době všichni škůdci, ať jsou v jakémkoliv vývojovém stadiu. Přesto však doporučuje, aby teplota půdy (měřená půdním teploměrem) dosáhla 90—95° C na dobu 15—20 min. Thiem (1939) udává, že ke zničení škodlivých bakterií a prvoků postačí teplota 65° C, kdežto pro desinfekci houbových zárodků je nutná v těžkých půdách teplota asi 100° C, působící 15—40 min., a ke zničení háďátek všeobecně 70 až 90° C po 30—45 min. K úplnému potlačení plasmodiofory košťálovin stačí zahřátí půdy na 60° C po dobu 30 minut (Naumov 1952), pro zničení botrytidy nejméně 55° C po 15 min. Různí autoři uvádějí různé teploty potřebné pro potírání i stejných patogenů. Tak např. Butkevič (1950) uvádí, že ke zničení hub *Rhizoctonia solani* Kühn, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De By. a *Fusarium* sp. stačí půdu zahřívat po 1 hodinu na 70° C, kdežto Groosthevoy a Levych (1936) stanoví pro zničení houby *Rhizoctonia solani* Kühn zahřátí na 80° C po dobu 30 minut, Small (1927) pro zničení velkých sklerocií houby *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De By. teprve teplotu 95° C účinkující 1 hodinu a Kotte (1952) považuje propařování půdy vůči četným fusariosám (zvláště původcům patogenního vadnutí) za prostředek vůbec nedostatečný.

Fysikální vlastnosti půdy v rozhodující míře ovlivňují zdar podniknutého opatření. Proto můžeme sterilovat jen půdy s určitými speciálními vlastnostmi. K propařování se hodí nejlépe půdy lehké, písčité až písčitohlinité s příslušným obsahem humusu, dostatečně kypré. Těžké, jílovité nebo silně hlinité půdy jsou nevhodné, a musí být proto před ošetřením zlehčeny přidáním písku a rašeliny.

V žádném případě se nesmí sterilovat zemina příliš vlhká, neboť pak kondensací par půda snadno zmazovatí a tím je znemožněno pronikání

páry, takže se půda dostatečně nevyhřeje. Konečný výsledek bývá zcela opačný; nedokonalým prohřátím půdy se totiž podnítí parasitní houby k intensivnějšímu růstu a ještě většímu rozmnožení. Podobně není vhodná půda příliš studená nebo zmrzlá, ať již z důvodů technických (je většinou příliš vlhká a velké množství par v ní obvykle zkondensuje) nebo ekonomických (značné zvýšení nákladů). Nejlépe se k propařování hodí půda mírně až středně vlhká; příliš suchá je rovněž nevhodná. Vzhledem k těmto požadavkům je nejvhodnějším obdobím k provádění půdní desinfekce jaro a pozdní léto nebo podzim, neboť v té době je zákrok nejlevnější (menší spotřeba páry a paliva) a vhodný jak z hlediska technického (půda není příliš vlhká ani dosud promrzlá), tak i z hlediska organisace práce (lepší časové zvládnutí všech prací).

Úspěch podniknutého opatření může být zmenšen též nevhodnou technikou, ačkoliv volba metody a výběr potřebného zařízení má mnohem menší důležitost než půdní vlastnosti. Při malém výkonu parního kotle, který je dán množstvím vyrobené páry, probíhá propařování velmi pomalu a dosažení žádané teploty se značně opožďuje, takže půda rovněž snadno zmazovatí následkem silné kondensace par. Stejně je tomu, je-li teplota vyrobené páry příliš nízká.

Při prohřívání je vhodné půdu pečlivě přikrýt (např. silnými plachtami) na několik hodin; dosáhneme tím stejnoměrného rozdělení tepla v půdě a zároveň zvýšení účinku desinfekce jak na povrchu, tak i v hloubce. Přestože ošetřená půda může být ihned po vychladnutí užita pro pěstování, je mnohem výhodnější ponechat ji v klidu po dobu 2—3 týdnů, pokud působí uvolněné rozkladné produkty půdních součástí.

V čerstvě sterilované půdě ustává na určitý čas mikrobiální život. Z fytopatologického hlediska se toto porušení biologické rovnováhy v půdě projevuje tím, že jsou potlačeny ty mikroorganismy (zvláště bakterie), které brání patogenním houbám v růstu. Je proto nutným hygienickým požadavkem zabránit všemi možnými prostředky zavlečení nové nákazy do půdy již vydesinfikované. Proto na stěnách rychlíren nesmějí zůstat neošetřené půdní částečky. Nářadí a obuv pracovníků musí být desinfikovány (chemicky) již při provádění desinfekce. Do ošetřené půdy se smějí vysazovat pouze takové sazenice, které byly vypěstovány ve vydesinfikované půdě. Vzhledem k možnosti nového zamoření se sterilovaná půda nesmí pro zvýšení mikrobiální činnosti „očkovat" kompostem nebo chlévským hnojem, alespoň po dobu asi 3 měsíců. Obava z nedostatku živin v přehřáté půdě je většinou bezpředmětná, neboť v půdě je dostatek dusíku z rozrušených živočišných těl a ostatních živin uvolněných vysokou teplotou, takže bohatě dostačují pro počáteční vývoj rostlin. Rychlejší vývoj klíčenců v půdě desinfikované než v půdě neošetřené je toho nejlepším důkazem. V pozdější době, dokud není ještě vhodné přihnojovat statkovými hnojivy, je možno použít s výhodou hnojiv strojených. Mikrobiální život v desinfikované půdě se brzo obnovuje, nebyla-li půda kontaminována některým z patogenních zárodků. (Z nich se poměrně nejčastěji šíří ve sterilované půdě houba *Pyronema confluens* Tul. nebo *Phytophthora cryptogaea* Peth. et Laff.) Protože ošetřená půda musí se častěji zalévat, aby její povrch nepřeschl, je nutno mít se na pozoru před možným zavlečením nákazy vodou (zvláště povrchovou, bazénovou, drenážní apod.).

Metod k propařování půdy je celá řada; v zásadě však se používá dvou

základních způsobů. Buď je půda propařována na místě, kde bude pěstována kultura, nebo zcela odděleně, obvykle mimo prostor rychlírny. Nejznámější je používání sterilačních bran; pára proniká do půdy dutými hřeby zamáčknutými do potřebné hloubky. Jiná metoda záleží v použití roštů, které zasypeme půdou, a vháníme do nich páru. V menších provozech je možno k propařování použít buď zvláštní nádoby, tzv. tanky, nebo železné trakaře, které naplňujeme zeminou a po zasunutí sterilační brány nebo vidlice desinfikujeme. Tento způsob vyžaduje však zvláště mnoho času. Sterilaci je možno provádět i pod zvláštními příklopy (označovanými též jako zvony); jsou to ploché plechové skříně bez dna, jež se zavádějí do půdy a na povrchu jsou zakryté. V některých rychlírnách je možno k propařování použít též zavodňovacího podzemního potrubí, zvláště je-li položeno dostatečně hluboko. Jednotlivé trubky se na jedné straně ucpou a na straně druhé se do nich zavádí parní trubka, jež se dobře utěsní (Wiesner 1955). Jako zdroje páry je možno použít kromě speciálních sterilačních kolon též upravených pařáků na brambory, po případě ve větších provozech lokomobil.

Desinfekce půdy suchým teplem

Desinfekce půdy přímým ohněm patří k nejstarším způsobům užívaným k odstranění škodlivých zárodků v půdě. Vypalování napadených kultur nebo zbytků po sklizni mělo zničit zdroj infekce, zvláště ohnisko zamoření škodlivým hmyzem, a zároveň do jisté míry obohatit půdu popelem a zvýšit tak úrodnost. V nynější době, kdy se sláma a dřevo staly cenným materiálem, se tohoto způsobu užívá zřídka, nejvýše k zničení silně rozšířeného nebezpečného škůdce na určitých lokalitách nebo na malých plochách, např. v lesních školkách (zvláště proti padání semenáčků). Na dostatečné prohřátí půdy (na teplotu 80—95° C) do hloubky 3—5 cm je třeba spálit klestí, které pokrývá záhon do výše 0,5 m. Protože teplota půdy směrem do hloubky rychle klesá, není toto opatření dostatečně účinné proti houbám usídleným hlouběji v půdě (např. *Fusarium* sp.), ačkoliv lze zaznamenat jisté omezení růstu houby následkem změny půdní reakce a účinku látek z dřevného popela. Podle Bertholda (1932) je možno spalováním dřeva na záhonech tabáku čelit nebezpečné a rychle se šířící bakteriose tabáku, označované jako divoký oheň (Wildfire), která je vyvolána bakterií *Pseudomonas tabaci* Stew. a přenáší se mimo jiné i půdou. Desinfekční účinek „půdního" ohně bývá někdy zvětšován prolitím půdy hořlavými látkami (těžkými oleji apod.). Žádané účinky těchto opatření se však často nedostavují, tím spíše, že jimi bývá značně narušována jakost půdy.

V zemích s bohatým slunečním zářením se někdy k přirozené desinfekci využívá též sluneční energie. Miège (1918) uvádí, že v Indii silné zahřátí půdního povrchu v rovinách zbavuje půdu zárodků plísně bramborové. Podobně je možno úplným povrchovým vysušením půdy zbavit během 1—2 týdnů malá množství půdy háďátek, nikoliv však zárodků hub a bakterií (Jones 1929).

Desinfekce suchým teplem se někdy používá k ozdravení malého množství zahradnické půdy, zvláště hrnkové (např. k zničení háďátek). Zemina se zahřívá přímým ohněm na plechu nebo ve zvláštním zařízení. Tento

zákrok není vhodný, neboť při neopatrnosti se zemina snadno přepálí a tím se na dlouhou dobu naruší její koloidní stav a zničí všechny organismy, takže se půda stane skutečně sterilní.

Desinfekce půdy horkou vodou

V praxi se tohoto způsobu používá zvláště v zahradnictví k desinfekci malého množství zeminy v hrnkách. Desinfekce se provádí buď proléváním půdy vroucí vodou nebo ponořováním nádob s půdou na určitou dobu do vařící vody. Při prolévání se počítá na 1 l suché zeminy asi $^2/_3$ l vody. Ihned po zákroku, který se obvykle opakuje, je nutno ošetřenou půdu dobře zakrýt, aby teplota působila co nejpronikavěji. Při desinfekci většího množství zeminy (v dřevěných truhlících nebo bednách) se užívá 30 l vařící vody na 1 m² (Limasset, Darpoux 1951). Hrnky malých rozměrů se ponořují do vařící vody na dobu 5 minut, nádoby velké na dobu příslušně delší. Okraj nádob musí být vždy nad vodou, aby se zemina nevyplavila. V malých provozech se zákroky horkou vodou celkem osvědčují. Tak např. ponořením hrnku s půdou do vody 98° C teplé na 5 minut je možno zničit zárodky hub *Pythium* sp. a *Rhizoctonia* sp., které vyvolávají padání klíčenců. Stejného účinku je možno dosáhnout proléváním hrnků o průměru 20 cm 3,5 l vařící vody, čímž se zároveň zničí háďátko kořenové (Byars, Gilbert 1920).

Desinfekce horkou vodou se někdy také používá ve sklenících, zvláště ke zničení háďátek (do hloubky 60 cm). Půda se prolévá 27 litry vařící vody na 0,03 m³ nebo 0,09 m² zeminy a pečlivě zakrývá plachtami (Thiem 1939 aj.). Před vysazováním půda musí vždy delší čas schnout.

Desinfekce půdy elektřinou

Desinfekce půdy elektřinou byla zavedena teprve v moderní době. Její výhodou je, že půda se dá zahřát na teplotu 80° C již za 10—15 minut (Limasset, Darpoux 1951) a že zdroj elektřiny je často dostupnější než zdroj páry. Postup, který záleží v zavedení proudu do půdy pomocí kovových elektrod, bývá označován někdy též jako elektrodová (nebo elektrická) pasterisace půdy. Canham (1951) se zmiňuje o praktické použitelnosti metody, která užívá k napájení půdy proudem roštu ve formě bran, jejichž zuby slouží jako elektrody. Vzhledem k velkému odporu půdy a malé citlivosti půdních organismů vůči elektrickému proudu je výhodnější použít elektřiny k vyhřívání půdy než k vlastnímu zabíjení organismů. Přesto se vliv tepla a elektřiny doplňuje, takže lze ničit patogeny již při nižších teplotách. Předpokladem úspěchu je ovšem dostatečná vlhkost půdy, respektive regulace vlhkosti půdy asi na $^2/_3$ její vodní kapacity, neboť vitalita organismů je v suchých půdách poměrně značná.

Za těchto podmínek je možno speciálními aparaturami zahubit různé škodlivé činitele při poměrně nízkých letálních teplotách, jako bakterie při 46—56° C (zřídka kdy až při 60° C), patogenní houby při 70° C, háďátko kořenové při 43° C. Viry mohou být tímto způsobem inaktivovány v půdě při 70—90° C (Newhall a Nixon 1935).

Účinek sterilace může být zvýšen přidáním elektrolytu do půdy, který usměrňuje proudový tok a rozložení teploty v půdě.

Desinfekce osiva a sadby

Desinfekce osiva, pro niž se ustálil vžitý, avšak nevhodný název moření, slouží k odstranění zdroje nákazy na povrchu nebo uvnitř semen. Je nezbytným a nejúčinnějším ochranným opatřením proti četným chorobám přenosným osivem. Prakticky se provádí různými způsoby fysikálními nebo chemickými nebo kombinací těchto metod, které bývají někdy aplikovány též na desinfekci sadby, po případě desinsekci (odhmyzení) osiv nebo různých rostlinných výpěstků.

Desinfekce osiva fysikálními metodami se v praxi používá tam, kde povrchové ošetření osiva chemickými přípravky není dost účinné, aby zbavilo semena vnitřní nákazy. Velká většina těchto zákroků je však nákladná, pracná a vyžaduje určité opatrnosti, zkušenosti a znalosti. Proto dnes je snaha nahradit fysikální ochranné způsoby levnějšími a snad i spolehlivějšími metodami chemickými, i když až do nedávné doby neměla ochrana chemickými přípravky proti vnitřní infekci žádoucí výsledky.

Fysikální metody užívané k desinfekci osiva jsou založeny na využití tepla, elektřiny nebo různých druhů záření a v poslední době též ultrazvuku, a to k účelům převážně desinsekčním (odhmyzování).

Termická desinfekce osiva

Termická (tepelná) desinfekce osiva, označovaná většinou jako termické moření, patří mezi nejstarší způsoby desinfekce. Nejstarší způsob termické desinfekce, jehož výsledky byly pochopitelně velmi nejisté, bylo prohazování osiva prosa, obilí nebo lnu přes otevřený oheň. Teprve koncem minulého století (1887) vypracoval dánský badatel Jensen metodu používající k desinfekci osiva horké vody. Dnes se tento způsob většinou označuje jako termické moření, správněji však jako moření horkou vodou (nevhodně jako fysikální moření, neboť jsou známy i jiné fysikální způsoby moření). Jensenova metoda je však použitelná pouze tehdy, jestliže je dostatečný rozdíl mezi termální citlivostí parasita (obvykle houbového patogena) a embryonálních buněk osiva. Účinnost opatření je závislá na semeni, parasitu, výši teploty a délce trvání procesu.

Moření horkou vodou

Postup a technika moření horkou vodou prodělaly od svého vzniku mnohé změny a dnes se tento způsob používá v různých obměnách (i u téhož druhu osiva). Jensen (1888), který zavedl metodu moření horkou vodou k desinfekci ječmene proti prašné sněti [*Ustilago nuda* (Jensen) Kell. et Sw.], použil původně 4hodinového předmáčení obilí ve studené vodě s následným 5minutovým ponořením do vody teplé 52,5° C (což je hraniční mez, kterou snese embryo obilky bez porušení). Účel přemáčení osiva vysvětlují na základě svých pokusů Appel a Riehm (1911) tím, že trvalé mycelium houby je následkem svého oživení a růstu citlivější vůči působení vysoké kritické teploty. Aby osivo přijalo vodu co nejsnáze a zároveň aby aktivita mycelia byla co největší, navrhli uvedení autoři předmáčení osiva při zvýšené teplotě (+27° C). Naproti tomu Gassner a Kirchhoff (1936) se domnívali, že o účinnosti moření rozhoduje obsah

vody v myceliu, a to v tom smyslu, že moření je nejúčinnější, je-li mycelium zasaženo vysokou teplotou v momentu, kdy má nejvyšší obsah vody.

V nejnovější době se podává nový výklad moření horkou vodou. Pichler (1956) experimentálně dokázal, že při termickém moření dochází v obilkách k anaerobnímu dýchání, jehož intensita je závislá na teplotě vody, a soudí, že ke zničení mycelia dochází právě vlivem tohoto způsobu dýchání obilek. Tento názor potvrzuje již práce Gassnerova (1933), který vháněl při termickém moření do vody kyslík a tím, aniž snížil teplotu vody, snížil účinnost moření. Hollrung (1921) a Störmer (1912) uvádějí možnost účinného moření proti prašné sněti prodlouženou vodní lázní při nižší teplotě (35° C po 12 hod.), tj. bez použití vysokých teplot (kolem 52° C). V nedávné době upozornil Tyner (1953) a jiní na možnost úspěšné desinfekce proti prašné sněti ječné dlouhodobým máčením ve vodě 20—22° C teplé (po dobu 64 hodin). Všechny tyto okolnosti potvrzují Pichlerův názor, takže se zdá, že při moření máčením ve vodě více či méně teplé jde vlastně o vnitřní chemické moření, neboť při anaerobním dýchání osiva vznikají patrně látky toxické pro mycelium sněti.

V této souvislosti je třeba se zmínit o moření chemickém, které se v poslední době uplatňuje na základě pokusů Tynerových a Russelových (Tyner 1951, Tyner a Russel 1952) pokusně i u nás. Jde o moření máčením v suspensi chloranilu (tetrachlor-benzochinon) po dobu 48 hodin. U nás prováděli pokusy s mořením chloranilem a jinými chemickými látkami podobné povahy Zemánek a Bartoš P. (1956a, b), kteří se na základě svých pokusů domnívají, že chemické látky účinné při máčení ječmene (po 48 hod.) nepůsobí proti prašné sněti přímo toxicky, nýbrž nepřímo, v souvislosti s anaerobním dýcháním osiva. V SSSR byl podobně jako chloranil použit přípravek Rhodan (organická sloučenina rhodanidu) (Poljakov 1950).

V dosavadní praxi je u nás zavedeno pouze moření horkou vodou, tj. na základě užití vyšších teplot. Dnešní technika tohoto způsobu desinfekce osiva používá dvě základní metody, které se označují jako termické moření jednofázové nebo dvoufázové.

Dvoufázový způsob, jehož používání je staršího data než způsob jednofázový, záleží v tom, že se osivo předmáčí 4—6 (2—8) hodin ve vodě 20—25° C (až 40° C) teplé a potom se ponořuje na 10—15 minut do vody o teplotě 52° C (podle jednotlivých obměn do vody o teplotě v rozmezí 50—56° C), což je tzv. „kritická“ teplota, nepoškozující ještě klíčivost obilky. Po horké lázni se osivo rychle ochladí a pak suší při nižších teplotách. Tento způsob se uplatňuje v různých modifikacích, přičemž proti prašné sněti pšeničné je zpravidla třeba delší doby moření nebo vyšší teploty než proti prašné sněti ječné. Tak např. Guillemat (1951) uvádí dobu sensibilační (předmáčecí) lázně 2—5 hodin při teplotě 20—30° C a dobu vlastního moření 15 minut při 48—52° C (tab. 15).

Zvyšováním délky předmáčecí doby a sensibilační teploty je možno dosáhnout snížení „kritické“ teploty a zajistit tak větší bezpečnost celého postupu. Aebi (1951) zajišťuje dostatečnou hydrataci osiva (ječmene) předmáčením při teplotě poměrně vysoké, a to po dobu 1 hodiny s počáteční teplotou 49° C a konečnou teplotou 46° C. Pro horkou lázeň volí teplotu 52—53° C a dobu 16 minut.

Kalašnikov (1956) uvádí, že ke konci předmáčení je nutno dosáhnout

Tabulka 15

Závislost doby a teploty vody při předmáčení a vlastním moření horkou vodou

Předmáčení		Horká lázeň	
doba (v hod.)	teplota (° C)	doba (v min.)	teplota (° C)
2,5	25	15	52
3	25	15	50
5	30	15	48

vlhkosti osiva 40—42 %. K zajištění tohoto cíle je nutno máčet osivo přibližně při 10° C 18 až 20 hodin, při 12° C 15 až 17 hodin, při 15° C 12 až 14 hodin, při 18° C 10 až 12 hodin, při 20° C 9 až 10 hodin.

Pracovní postup dvoufázového moření i používaná aparatura prodělaly během doby rovněž četné změny. Původní speciální přístroj na menší množství osiva navrhli Appel a Gassner (1907). Jako zdroje páry může být využito lokomobily, při menší potřebě páry i pařáku na brambory. Nejlépe je toto moření provádět ve speciálních stanicích (např. u některých šlechtitelských podniků) nebo tam, kde je pohotově dostatek teplé vody, např. u cukrovarů, lihovarů, pivovarů, mlékáren apod.

Obvykle se předmáčí ve speciálních kádích, v nichž je možno ponořené osivo dobře volně míchat. Na 100 kg osiva se počítá asi 30—35 l vody. Jinak je možno máčet též v pytlích (jež se několikrát přehazují), a to buď po celou stanovenou dobu nebo zcela krátce (asi 8 minut jako při jarovisaci). V tomto druhém případě se nechává osivo nabobtnat v pytlích naskládaných ve 3—4 vrstvách, které se pokrývají mokrou plachtovinou a dodatečně kropí, až v nich osivo dosáhne potřebné vlhkosti 42 % (Kalašnikov 1956).

Někdy se doporučuje před namočením do horké lázně ponořit osivo asi na 10 minut do vody teplé 45—50° C, aby přechod do vyšších teplot byl povlovnější a při vlastním moření se prudce nesnížila teplota vody. Vlastní zahřívání osiva se provádí v koších, speciálně upravených vědrech nebo na roštech. Na 100 kg osiva se počítá asi 40—50 l vody (zvláště při elektrickém zahřívání). Během horké lázně se musí přísně dodržovat potřebná teplota a stanovená doba; zkrácením doby a snížením temperatury se patogen obvykle zničí jen částečně, při prodloužené době moření se porušuje klíčivost osiva. Po skončeném zahřívání se osivo ihned ochlazuje ponořením do studené vody (nebo jejím připuštěním), po případě okamžitým rozprostřením osiva do tenké vrstvy a častým přehazováním.

Aby klíčivost ošetřeného osiva neutrpěla, je nutno je dokonale dosušit. (Vysíváním nedosušeného osiva, zvláště za sucha, může dojít ke značným škodám, podobně jako při jeho skladování, zvláště jestliže jsou mrazy.) Za nejpříznivější způsob sušení (pro klíčivost) se obvykle považuje sušení postupné, které následuje za určitou dobu (18—24 hodin) po horké lázni. Technika sušení může být různá. Nejprimitivnější je sušení na slunci za stálého přehazování. Dobrých výsledků bylo dosaženo ve speciálních teplovzdušných sušárnách, zvláště automatických. (V sušárnách bubnového typu nesmí teplota přestoupit 40° C a teplota vzduchu 45—50° C. V šachtových a žaluziových sušárnách nesmí být teplota osiva větší než 40° C a teplota vzduchu vyšší než 65° C.)

Pro usnadnění sušení byla vypracována též metoda, která se zvláště osvědčuje v teplých oblastech a která záleží v kombinovaném užití mokrého a suchého moření (Aebi a Ingold 1951). Osivo (ječmene) se předmáčí pouze 40 minut při teplotě 45° C a potom se ponořuje na 10 minut do vody 52° C teplé; během máčení semeno nabere 25 % vody. Po zahřátí se osivo ponořuje do studené vody. Posléze se přenese do sušárny vyhřáté na 30° C, kde jeho vlhkost klesne na 18 %. Osivo potom prochází dalšími sušárnami, až jeho konečná vlhkost klesne na 2,8—1,4 % (v druhé sušárně při 46° C na 17 %, ve třetí se suší při 48° C, ve čtvrté při 52° C a v poslední se dosouší při 58° C).

Desinfekční zákroky dvoufázové, užívající vysoké teploty, jsou nevýhodné pro obtíže s přesným udržením teploty. Proto byl tento způsob nahrazen jiným, který záleží v delším máčení osiva ve vodě o teplotě nižší, než je teplota kritická. Poněvadž celý postup probíhá v jedné operaci (při téže teplotě), bývá označován jako jednofázové moření horkou vodou.

Rovněž tento způsob desinfekce osiva se užívá v různých obměnách. Jako příklad je možno uvést dvouhodinové máčení při teplotě 45—47° C, ačkoliv se někdy používá i vyšších teplot (až 49° C) i delší doby máčení. Ve srovnání s dvoufázovým způsobem moření má tato desinfekce četné výhody: 1. Při užití nižších teplot, než je teplota „kritická", nedochází v praxi tak často k poškozování osiva a jeho klíčivosti. 2. Postup je technicky snadnější a nevyžaduje takovou opatrnost, neboť udržování konstantní temperatury po delší čas je snazší než krátkodobé moření při teplotě téměř hraniční. 3. Celková doba moření je kratší. 4. Postup je možno snadněji zmechanisovat, takže je hospodárnější.

Nevýhodou jednofázového způsobu (a vůbec všech zákroků s delší dobou máčení) je větší příjem vody osivem (i přes 65 %).

Mořicí zákroky, při nichž se osivo jen ovlhčuje, usnadňuje sušení. Osivo se např. ovlhčuje 17—18 l vody na 100 kg a pak vystaví po dobu 3 hodin teplotě 46° C v otáčivém bubnu nebo se ponoří do vody příslušné teploty, aby prohřívání bylo stejnoměrné.

Všechny uvedené zákroky jsou pouze příkladem termických způsobů moření horkou vodou. V praxi je třeba každý způsob vždy přezkoušet na menším vzorku osiva, poněvadž vliv těchto zákroků na klíčivost osiva kolísá podle odrůdy, ročníku, vyzrálosti, vlhkosti, stáří osiva a jeho provenience, nehledě ani k mechanickému poškození. Z těchto důvodů není vhodné současně mořit sdružené partie osiv různého původu. Na klíčivost může mít podstatný vliv i způsob dosoušení, jak bylo podotknuto již výše. Pro desinfekci horkou vodou je obvykle nejvhodnější podzim, a to jak z důvodů menšího pracovního vypětí, tak i z ostatních důvodů ekonomických i technických.

Moření horkou vodou se používá nejen proti prašným snětím obilným, i když z chorob přenosných osivem mají největší hospodářskou důležitost, ale i proti některým jiným chorobám. Ujevič (1957) uvádí 25minutové moření při teplotě 46—48° C za 15minutového předmáčení při 18—22° C jako velmi účinný prostředek proti nebezpečné anthraknose fazolí, u níž rovněž selhává desinfekce osiva běžnými rtuťnatými látkami.

Uvedené způsoby desinfekce osiva se dají rovněž praktikovat proti některým helmintosporiosám, houbě *Phoma lingam* (Tode) Desm. aj.

Moření suchým teplem

K termickému moření osiva se někdy využívá suchého tepla, většinou horkého vzduchu. Postup se pak označuje jako suché moření termické. Účinnost těchto zákroků je podmíněna dokonalou dehydratací semene, které je pak přístupnější účinku vysokých teplot. (Suchá semena mohou být přechodně zahřáta i na teploty vyšší než 100° C, aniž pozbudou klíčivosti.) Rychlé odnětí vody nedostatečně vyschlým semenům vyvolává však při suchém moření obvykle irreversibilní pochody poškozující semeno.

Proti prašným snětím obilným nemělo moření suchým vzduchem žádoucí účinek. Naproti tomu bylo zjištěno, že je účinné proti anthraknose bavlníku (vyvolané houbou *Glomerella gossypii* Edg.); semeno se zahřívá 26 hodin při 100° C nebo i při hodnotách nižších, např. při 95° C po 8 hodin (Lehmann 1925), ovšem předběžné předsušení osiva při 50—60° C se pak musí prodloužit na 24—36 hodin.

Suché termické moření našlo uplatnění též v boji proti některým virosám přenosným semenem.

Desinfekce osiva párou

Desinfekce osiva párou má nahradit málo produktivní a technicky dosti nesnadný způsob moření horkou vodou.

Tato nová metoda (Limasset, Darpoux 1951), která je technicky dosud ve vývoji, záleží v tom, že se osivo ve zvláštních komorách vystavuje účinku směsi tlakové páry a vzduchu, ohřáté na určitý stupeň. Postup je automatisován a jeho výhodou je: 1. Semena vydrží zvýšenou „vlhkou" teplotu poměrně dlouhou dobu. 2. Celková doba moření je ve srovnání s desinfekcí horkou vodou krátká. 3. Při ošetření se snadno kontroluje výše teploty. 4. Odpadá potřeba speciálních sušáren, které jsou obvykle nutné při moření horkou vodou. Tak např. *Phoma betae* (Oud.) Frank. může být zničena v semenech řepy působením páry 57° C teplé během 20 minut. Tato metoda se osvědčila zvláště v ochraně proti různým fusariosám semen, podobně jako proti houbám, které někdy značně snižují kvalitu osiva (*Alternaria* sp., *Stemphylium* sp., *Penicillium* sp. aj.), a to ošetřením při teplotě 54,5° C po 15 minut s následným vystavením teplotě 60° C po 20 minut.

Kombinovaný způsob desinfekce osiva horkou vodou a chemické desinfekce představuje tzv. moření termochemické. Tohoto zákroku je možno s úspěchem využít tam, kde bojujeme současně proti zárodkům ulpívajícím na semeni a zárodkům přenosným uvnitř semene. Termické moření, které skýtá dobrou záruku ochrany proti vnitrosemenné nákaze, nemůže vykázat stejnou účinnost proti povrchové kontaminaci osiva, neboť užívané teploty (při užití horké vody) nestačí zneškodnit vytrvalé výtrusy hub (např. chlamydospory mazlavých a krytých snětí), které vysokým teplotám vzdorují poměrně snadno. Postup při termochemické desinfekci záleží v tom, že do vody určené k termickému moření se přidává některé mokré mořidlo (ve vodě rozpustné), např. Agrostan, a to buď do vody předmáčecí nebo do horké lázně. Nejvhodnější je však způsob, kdy se mořidlo přidává teprve do chladicí vody po horkém moření.

Za termochemické způsoby nutno považovat i takové postupy, kdy chemická látka má pouze zvyšovat předpokládanou účinnost vysokých teplot

při termickém způsobu desinfekce. Kalašnikov (1956) na příklad uvádí, že při jednofázovém termickém postupu je výhodné přidat do vody na předmáčení 0,5 % bikarbonátu sodného nebo do horké lázně 0,2 % $ZnCl_2$ a KCl (v poměru k množství vody).

Jiné fysikální způsoby desinfekce osiva se zatím v širším měřítku neuplatnily, přestože pokusně bylo mnohdy dosaženo dobrých výsledků. Již Hoestermann (1913) a později Roemer se pokoušeli zneškodnit vnitrosemennou infekci sněťmi elektrickým proudem, avšak bez valných výsledků. Teprve v poslední době se podařilo použitím vysokofrekvenčního proudu dosáhnout určitých úspěchů (Woodburg 1955) (viz str. 466).

Pichler a Woeber (1922) dospěli k některým dobrým výsledkům desinfekce osiva ultrafialovým zářením. Naproti tomu snaha po využití ultrazvuku k desinfekci osiva nesplnila očekávání, neboť pouhé ozvučování semen většinou k řádné desinfekci osiva nestačí. Na základě pokusů konaných na řepných klubíčkách infikovaných různými houbami [na semenech rajčat s vnitřní infekcí bakterií *Pseudomonas michiganense* (E. F. Smith) Jensen], právě tak jako na pokusech in vitro dokázal Joenichen a Heimann (1955), že dávky vlnění účinné proti bakteriím a myceliu hub uvnitř semen jsou zpravidla vyšší než dávky, které nepoškozují klíčivost semene. Výhodou se však ukázala kombinovaná terapie, využívající kromě ultrazvuku i chemického (po případě fysikálně chemického) účinku různých látek, hlavně mořidel a růstových stimulátorů. Ošetření vnitřně infikovaných semen těmito látkami a následné ozvučení osiva ultrazvukem poskytlo velmi slibné výsledky. (Účinek může být vysvětlen nejen značným oslabením patogena po ošetření ultrazvukem, ale snad i lepším pronikáním užitého mořicího přípravku dovnitř semen.) Není proto vyloučeno, že tato metoda může nahradit, aspoň v některých případech, technicky nevhodné moření horkou vodou.

V poslední době se zkouší použít k desinfekci osiva rovněž různých radioaktivních isotopů.

Termická desinfekce sadby

Termická desinfekce sadby, která není v zemědělské výrobě u nás prakticky vůbec využívána, se uplatňuje v zahradnictví, a to hlavně k ničení různých škůdců, po případě i patogenů uvnitř květinových cibulí, např. van Slogteren (1925), Weiss (1929), hlíz apod. Různých pracovních postupů, které záleží buď v ponořování sadby do vody zahřáté na určitou teplotu nebo v zahřívání sadby v teplovzdušné lázni (ve zvláštních nádobách nebo prostorách, které jsou vytápěny horkou párou, plynem, elektricky apod., po případě ohřívány slunečními paprsky), se používá podle druhu plodin, druhu a intensity napadení a podle účelu desinfekce. Desinfikovat lze jen rostlinné orgány, které jsou v naprostém vegetačním klidu. Po desinfekci se musí sadba co nejdříve ochladit na normální teplotu, po případě, použijeme-li mokrého způsobu desinfekce, vysušit. Dobrých výsledků s termickou desinfekcí květinových cibulí dosáhli zvláště v Holandsku (van Slogteren 1925, 1931, van Slogteren a Thomas 1930).

Chceme-li z napadené sadby vytřídit jedince, u nichž se napadení neprojevuje vnějšími příznaky, vystavujeme je teplotám poměrně nižším než při termické desinfekci, avšak dostatečně vysokým, aby urychlily hnilobu

nebo jiný druh příznaků napadení sadby. Na příklad hyacintové cibule napadené bakterií *Pseudomonas hyacinthi* W a k k. dáváme na určitou dobu do teplovzdušné lázně, po případě je skladujeme ve skladištích s teplotou udržovanou po určitý čas záměrně vysoko (v září 36,5 — 37° C, v říjnu 27 až 29,5° C), ovšem za předpokladu dobrého větrání. Napadené cibule buď zcela odumírají nebo se příznaky napadení projevují tak silně, že se dají při třídění snadno odstranit (P a p e 1932).

S využitím slunečního záření k tepelné desinfekci sadby (např. k inaktivaci svinutkového viru v bramborových hlízách nebo k ozdravení sadby napadené fytoftorou) byly získány dobré zkušenosti v tropických oblastech (např. T h i r u m a l a c h a r 1954).

Fysikální desinfekce uložených rostlinných produktů, zvláště určených pro konsum, se začíná uplatňovat až v poslední době (nehledě k běžné konservaci pomocí nízkých teplot), kdy bylo možno využít poznatků o desinfekčních vlastnostech ultrazvuku. Dobré výsledky poskytlo využití radioaktivního kobaltu (CO^{50}), který je silným γ-zářičem, k zabránění klíčivosti skladovaných brambor a k zamezení ztrát vyvolaných různými hnilobami, podobně jako proti roztočům v obilních sýpkách.

185. Termální terapie broskví napadených virovou žloutenkou. Virem onemocnělé letorosty, které byly naroubovány na zdravé semenáčky, byly před štěpováním ponořeny do vody 50° C horké na dobu 2, 4 a 6 minut. Jak ukazuje obrázek, dvouminutová inaktivace teplem (2) je nepostačující a rostlina má stejný příznak jako neošetřovaná kontrola (K).

Podle Kunkela 1947

Z fysikálních metod se uplatňuje termická ochrana kultur ve velké míře a v různých obměnách ponejvíce k zabránění mrazovým škodám (viz III. díl). Naproti tomu bylo však upuštěno od ošetřování rostlin (zvláště stromů a keřů) postřikem horkou vodou (o teplotě 77—85° C), i když bylo účinné zvláště proti některým druhům padlí (zejména chmelovému, růžovému a padlí révy vinné) a některým škůdcům (Trapmann 1927). Podobně je již také jen v malé míře praktikováno ponořování nadzemních rostlinných částí u hrnkových kultur okrasných rostlin proti listovým háďátkům. Tak např. Marcinowski doporučuje 5minutové namáčení celých rostlin, obrácených vrcholem dolů, až po kořenový krček ve vodě teplé 50° C, nebo Schwartz (1911) lázeň ve vodě teplé 18—20° C, a to po dobu jednoho týdne každodenně 1 hodinu.

V poslední době se osvědčila termoterapie některých rostlinných viros. Onemocnělé rostliny se po určitou dobu vystaví v zavřených prostorách účinkům inaktivačních teplot nebo se ponořují v hrnkách do vody zahřívané na stanovený stupeň. Zvláště úspěšným se ukázalo ošetření broskvoní onemocnělých různými viry, jako žloutenkou [*Prunus virus 1* (Kunkel) Smith], virovou maloplodostí (*Prunus virus 1* A *Smith*), virovou červenou skvrnitostí [*Prunus virus 4* (Bennet) Smith] a virovou rosetkou [*Prunus virus 2* (McKlintock) Smith] (obr. 185). Onemocnělé stromky byly vystaveny teplotě 35° C po dobu 14 dnů i delší (u větších stromů byla doba přiměřeně prodloužena), nebo byly ponořovány do vody teplé 50° C na 10 minut (obr. 185). Po inaktivaci virů v roubech postačily teploty nižší (Kunkel 1936). Později bylo dosaženo úspěchu i s X-virosou broskvoní a virovou zakrslostí, označovanou jako „phony peach" [*Prunus virus 3* (Hutchins) Smith], podobně jako s čarověníkovým virem u brambor [*Solanum virus 15* (Hungerf. et Dana) Smith], jestliže hlízy měly průměr nejvýše 2 cm a byly skladovány při teplotě 36° C po 6 dní (Kunkel 1943). Kassanis (1950) provedl zdařilé zkoušky s inaktivací svinutkového viru v bramborových hlízách tím, že je vystavil po dobu 10 až 12 dnů teplotě 37° C ve vlhkém prostředí. Úspěšné byly rovněž pokusy s ozdravěním jahodníku (Bovey 1954) a maliníku (Chambers 1954) od virové nákazy.

Využití elektrotechniky a elektroniky proti škodlivým činitelům na vegetujících rostlinách nepřekročilo dosud pokusné pole, i když pro jejich využití byly již vytvořeny četné předpoklady.

CHEMICKÉ METODY BOJE PROTI CHOROBÁM

Látky, kterých se užívá proti původcům rostlinných chorob, se podle působnosti rozdělují do několika skupin: jsou to látky, pro něž se vžil název prostředky fungicidní (správněji fungitoxické — proti patogenním houbám), látky baktericidní, po případě i látky virocidní (vhodněji inaktivátory virů, někdy označovány též jako devirantia) a herbicidní (proti parasitním vyšším rostlinám a plevelům). Někdy se mezi tyto látky zařazují též přípravky proti živočišným organismům, které vyvolávají u rostlin skutečná ochoření (daná změnou anatomické struktury rostlin), nikoliv pouhá poškození (např. nematocidy proti háďátkům a akaracidy proti roztočům). Toto rozdělení je ovšem schematické, neboť mnohé látky nepůsobí

specificky pouze proti určité skupině patogenů, ale mají mnohem širší spektrum působnosti (např. sirné látky proti houbám, roztočům a některému hmyzu). Největší význam mají v praxi látky fungitoxické, u nichž (analogicky též u látek bakteriotoxických) rozeznáváme podle charakteru působnosti účinek fungistatický (zamezující růst houby), fungicidní (houbu umrtvující) a fungigenestatický (zamezující rozmnožování hub). U některých látek, zvláště antibiotické povahy, bývá výrazný též tzv. účinek mykolytický čili fungolytický. Baktericidy se v ochraně rostlin zatím poměrně málo uplatňují, a to většinou proto, že jsou buď fytotoxické nebo příliš drahé pro fytosanitní účely. Nadějné se však zdá používání bakteriotoxických antibiotik, s nimiž byly v poslední době učiněny mnohé slibné pokusy (Koehler 1953), po případě látek antimikrobiálních, které mají obdobnou povahu a označují se jako fytoncidy (Tokin 1948). Používání virocidních látek zatím většinou nepřesáhlo pokusný rámec.

Účinnost jednotlivých přípravků je podmíněna nejen množstvím účinné látky v používaném ochranném přípravku, ale i jeho chemickou strukturou a formou, respektive vazbou na ostatní součásti (pomocné), kromě toho však i četnými fysikálními vlastnostmi přípravku, také jeho barvou (viz kapitola Fytofarmacie).

Většina zákroků, k nimž se užije chemických látek, má charakter profylaktivní (i když se nesprávně mluví o léčení nebo chemoterapii rostlin). V tomto případě záleží ochrana většinou v lokalisaci choroby na určitých rostlinách nebo jejich částech, a tím v zamezení dalšího šíření choroby na celou rostlinu nebo jiné zdravé jedince. Naproti tomu skutečná chemoterapie, která je většinou podmíněna schopností látek pronikat do rostlin (hlavně do vodivých drah) a delší dobu se v nich udržovat bez vážného poškození rostliny, záleží v usmrcení (po případě potlačení růstu) nebo inaktivaci patogena uvnitř pletiv. Vnitřní chemoterapie infekčních chorob (s úspěchem používaná v humánní a veterinární medicině) se v ochraně rostlin zatím velmi málo využívá a je většinou dosud ve stadiu pokusů (Raalte 1955); v praxi se chemoterapeutického účinku strojených hnojiv a mikroelementů bohatě využívá hlavně proti různým chorobám karenčním.

Při ochraně rostlin chemoterapeutiky se účinná látka zavádí do rostliny ve stavu tekutém, a to buď kořenovou absorpcí (přihnojováním, zálivkou) nebo přímým vpravováním látky do vodivých pletiv (injekcemi do kmenů, větví, stonku, kořenů apod.), po případě i absorpcí mimokořenovou (aplikací přípravku na list postřikem). Velkým příslibem pro budoucnost je používání látek systemických, snadno pronikajících do rostlinných pletiv, které by byly obdobou již rozšířených a někde značně používaných systemických insekticidů. (Problematika systemických látek fungicidních nebo baktericidních je ovšem daleko složitější než u insekticidů.) Přestože dosud nebyly nalezeny naprosto vyhovující látky s dosti širokým rozsahem účinnosti, bylo dosaženo dobrých výsledků při použití některých selektivních fungicidů. Částečně systemický účinek proti houbám mají některé karbamáty (u některých byl zjištěn též účinek herbicidní a insekticidní). Příkladem je ethylen-bis-dithiokarbamát sodný (tzv. Nabam), s nímž získal Stoddart (podle Pyensona 1951) stoprocentní výsledky proti červené skvrnitosti jahod [*Mycosphaerella fragariae* Schw.) Lind.] při použití 1,5% koncentrace v injekční formě (postřik na povrch listů působil fytotoxicky). Rovněž sulfonamidy, používané poslední dobou všeobecně v lid-

ské medicině, vykázaly účinnost proti některým houbám, zvláště rzím (Hassebrauk 1940), avšak pro malou hospodárnost se v rostlinné ochraně neuplatnily. V ojedinělých případech však s nimi bylo dosaženo velmi dobrých výsledků při léčení virových chorob; bylo to vůbec poprvé, kdy se podařila inaktivace viru v rostlinných pletivech během vegetace. Jako účinný se projevil p-amidobenzensulfonamid (0,05%), a to proti tzv. X-virose broskvoní (*Marmor lacerans* Holmes), který byl vpraven injekcemi do zdravých semenáčů, na něž byly naroubovány nemocné pupeny. Po určitém čase bylo pozorováno, že se choroba nejen nepřenesla na podnož, ale že ve všech případech došlo k vyléčení choroby i na roubech. Částečně se osvědčila proti této chorobě v polních podmínkách též zálivka chloridem vápenatým, která snížila infekci o 20—30 % proti kontrole a zároveň podstatně zlepšila stav dříve infikovaných stromů (Peynson 1951).

Schopnost pronikat do rostlinných pletiv (buď vodivých drah nebo aspoň parenchymu a palisádového pletiva) byla zjištěna v poslední době u četných antibiotik, která se většinou uchovávají v rostlinných pletivech déle než v těle živočichů*).

Předpokladem pro použití antibiotik ve vnitřní chemoterapii rostlin je i jejich schopnost pronikat do rostlinných pletiv rychle (za několik hodin) (Krasilnikov 1953), a to nejen kořeny, ale i listy a ostatními nadzemními orgány. Dobrých výsledků bylo dosaženo např. s aktidionem (vylučovaným určitými kmeny *Streptomyces griseus* Krainský) proti *Erysiphe polygoni* DC. na bobu (Felberová a Hamner 1948), se streptomycinem a terramycinem proti bakteriové spále jabloní [*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.] a v dalších případech. Podle dosavadního stavu problematiky se zdá, že široké uplatnění antibiotik v běžné chemoterapii rostlin je jen otázkou krátkého času.

V některých případech chemické látky, které mají léčivý účinek, mohou mít rovněž vliv na zvýšení resistence rostlin (tzv. účinek imunisační), což je závislé na délce doby, po kterou zůstávají tyto látky v účinné formě v rostlině. Tímto způsobem ochrany bylo dosaženo určitých úspěchů při postižení rostlin cévními chorobami způsobujícími vadnutí a virosami. Tak se podařila chemická ochrana proti některým chorobám, na něž neúčinkovala ani chemická desinfekce semen, ani ošetření rostlin fungicidy. Jako příklad může být uvedena „imunisace" rostlin roztoky mikroelementů nebo živin vpravovaných do půdy nebo injekcemi do rostlin, po případě namáčením semen do roztoků mikroelementů (Lambin 1938, Sarasola 1951) nebo antibiotik. Tak bylo např. dosaženo zvýšení odolnosti rajčat proti alternariose přihnojováním rostlin manganem nebo borem (Čuri 1954). Zvýšení resistence po ošetření těmito látkami souvisí v mnohých případech se stimulací rostlin, urychlením jejich vývoje a tím snadnějším odoláváním nákaze. Tuto vlastnost mají i některá rtuťnatá mořidla a růstové regulátory (Davis 1953).

Jiným způsobem chemoterapie, který byl prostudován teprve v poslední době, je užití protidávek (kontraindikace) toxinů a toxických vedlejších produktů, které jsou v některých případech vlastní příčinou chorobného

*) Smith (1949) uvádí, že účinnost streptomycinu použitého k moření bobu proti *Pseudomonas medicaginis* Sacket. se udržela po 6 týdnů, Köhler (1953), Brian et al. (1951) zjistili, že griseofulvin injikovaný do rostlin byl vylučován gutačními kapkami ještě po 3—4 týdnech.

stavu a odumírání rostlin. Tento zákrok ukazuje slibnou cestu při léčení vaskulárních chorob (vadnutí), některých chorob kořenových a některých tumorů. Tak např. grafiosa jilmu, o níž bylo rovněž zjištěno, že je vyvolána toxiny, může být kontraindikována s různým úspěchem 8-hydroxy-chinolin-benzoatem (působnost přípravku je větší u mladých stromů než u starých, u nichž potíže s translokací látek jsou hlavní překážkou úspěchu). I v tomto směru byla prokázána účinnost u některých antibiotik. Tak např. některé kmeny aktinomycetů [např. *Streptomyces griseus* Krainský, *Actinomycetes violaceus* (Rossi Doria) Gasperini, *S. albus (Rossi* Doria emend. Krainský) Waksman et Henrici] vytvářejí látky, které inaktivují toxiny vytvářené bakteriemi *Bacillus mesentericus* Trevisan (původce hnilob, např. řepy), *B. cereus* Frankland et Frankland nebo *Pseudomonas pyocyanea* Migula (Krasilnikov 1953).

Rozdělení chemických látek na terapeutika a profylaktiva je ovšem schematické, neboť mnohé látky mají účinek obojí (aspoň částečný). Tak např. mnohé karbamáty mají vlastnosti jak preventivní, tak i kurativní, měďnaté látky působí nejen jako profylaktivní fungicidy, ale i jako látky s účinkem „imunisačním", rtuťnaté látky mají kromě svých účinků fungicidních i vlastnosti stimulační. Často se proto mluví o hlavních a vedlejších účincích fytofarmaceutik (i když mezi vedlejší účinky se někdy počítají nepříznivé vlastnosti chemických látek). Poněvadž chemoprofylaktivními látkami (působícími většinou nespecificky) se v mnohých případech nemůže zabránit vzniku onemocnění, počítá se pro budoucnost se zaváděním specifických, po případě selektivních chemoterapeutik. Dosavadní výsledky pokusů a rychlý vývoj vědy slibují, že léčení infekčních chorob rostlin chemickými látkami se v brzké době stane skutečností i v rostlinné ochraně.

Desinfekce půdy

Podobně jako termická sterilace půdy i desinfekce půdy chemickými přípravky se uplatňuje hlavně v zahradnictví. V polních kulturách se jí používá převážně k ničení škůdců (zřídka kdy patogenů), a to většinou jen v určitém prostorově omezeném ohnisku. Desinfekce větších ploch je naprosto nerentabilní kromě těch případů, kdy se chemický přípravek zapravuje do půdy při obdělávání nebo hnojení a je i v malých dávkách dostatečně účinný; např. některé insekticidy se po smykování zavláčejí do půdy, po případě se zavlačují po rozhození na hrubou brázdu.

Jednou z hlavních nevýhod chemického ošetření půdy je často jen krátkodobá účinnost užitého přípravku v půdních podmínkách a to, že provedení ochrany je většinou pracné, trvá poměrně dlouho a je dosti nákladné, takže předpokládané zvýšení výnosu po ošetření často ani nepřevyšuje náklady spojené s ochranou. Proto nachází chemická desinfekce půdy uplatnění hlavně u kultur značně výnosných. Nemenším nedostatkem chemického ošetření půdy je možnost vedlejších účinku látek nahromaděných v půdě, a to jak na rostliny, tak i na život půdní mikroflóry.

Účinnost chemických látek zapravených do půdy je závislá nejen na půdním typu, půdní struktuře a textuře, na obsahu vzduchu a vody v půdě, na teplotě a četných dalších fysikálních a zároveň i chemických a biologických vlastnostech půdy, ale i na mocnosti ornice a na podloží. Kromě

toho mají značný vliv na úspěch zákroku podmínky povětrnostní. Ve srovnání s termickou sterilací půd je chemická desinfekce většinou méně účinná, nehledě ani k tomu, že při silnějším nahromadění chemických látek v půdě se půdní podmínky spíše zhoršují.

Z látek, kterých se užívá k půdní desinfekci, se nejvíce uplatňují fungicidy a insekticidy; používání baktericidů není dosud výhodné. Podobně se neuplatňují většinou ani antibiotika, i když jejich účinnost na list je v mnoha případech dostatečná. Okolnost, že mnohé látky ztrácejí v půdě často na účinnosti, omezuje výběr látek příliš těkavých nebo těch, které jsou rychle neutralisovány nebo jinak eliminovány.

Látky, kterých se má užít pro půdní desinfekci, musí splňovat tyto požadavky: 1. Při vysokém účinku na patogena nebo škůdce nesmějí působit ani fytotoxicky, ani na půdní užitečné organismy. 2. Musí být dostatečně pohyblivé, aby jimi byla půda rovnoměrně prosycena. 3. Látky, které mají toxické vlastnosti pro hostitele, musí po krátké době z půdy vymizet buď vypařením nebo rozkladem; smí se jich použít jen v době vegetačního klidu.

Pracovní metody při chemické desinfekci jsou různé podle charakteru látky, způsobu jejího užití a účelu ochrany. Půda se prolévá desinfekčním roztokem nebo se do ní vpravují práškovité látky nebo fumigantní přípravky. V některých případech je rovněž účinným zákrokem poprašování půdního povrchu fungicidním nebo insekticidním přípravkem, po případě namáčení kořenového půdního balu do desinfekčních látek. Účelem některých způsobů moření osiva nebo sadby je rovněž určitá desinfekce půdy v nejtěsnější blízkosti klíčící rostliny.

V ochraně proti chorobám, které mají zdroj infekce v půdě, se nejvíce používá metody záležející ve zvlhčení půdních částic; pouze v některých případech se uplatňují poprachy nebo fumigace. Většina užívaných fungicidů je pro rostlinu toxická, takže se k desinfekci půdy mohou použít jen v době mimovegetační. K půdní desinfekci se nejvíce používá formalinu, většinou jako zálivky; jeho předností je, že nenarušuje chemické a fysikální vlastnosti půdy. Jeho fumigační účinek, jeho snadné pronikání půdou i levnost ošetření, zajistil tomuto prostředku velkou oblibu v zahradnické praxi, i když formalin není účinný proti všem patogenům a jeho použití je spojeno s určitým risikem poškození mladých kultur. Tomuto nebezpečí je možno však předejít tím, že s výsevem nebo výsazem počkáme určitou dobu, než formalin z půdy vyprchá; délka této doby záleží jak na užité koncentraci, tak i na počasí, respektive teplotě, která má vliv na těkavost tekutiny; pohybuje se od dvou (pro výsev) do tří (pro výsadbu) až do šesti týdnů, po případě i více (v zimě). V každém případě je výhodné vysazovat na ošetřené plochy nejdříve tzv. indikační rostliny, které jsou zvláště citlivé vůči poškození (např. hlávkový salát, fazole, rajčata). Při desinfekci půdy formalinem se užívá různých koncentrací, a to podle druhu patogena nebo podle toho, zda jde o ošetření plošné v pařeništích nebo ošetření půdy na hromadách. Většinou se užívá 1—2% roztoku (k přípravě 1% roztoku dáváme 2,5 l 40% formalinu na 100 l vody), ve speciálních případech i roztoků silnějších (3—5%); např. *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp. a některé houby z rodu *Fusarium* sp. lze zcela potlačit 5% roztokem v množství 10 l na 1 m^2. Při koncentraci 1—2% se počítá se zálivkou 10—15—20 l roztoku na 1 m^2.

Po ošetření se pařeništní zemina přikrývá nepromokavými silnými plachtami, po případě dehtovanou lepenkou, aby účinek formalinových par byl pokud možno nejdelší. Dvoudenní přikrytí půdy je obvykle dostatečné. Po desinfekci však se musí dokonale větrat, aby půda byla co nejdříve zbavena nahromaděného formalinu. Při desinfekci půdy na hromadách se většinou užívá 0,3% roztoku (¾ l 40% formalinu na 100 l vody) v množství 50 l na m^3. Půda se kropí desinfekčním roztokem za stálého přehazování, aby všechny částice byly dokonale ovlhčeny.

Poměrně málo se používá suchého formaldehydu (tj. formalin adsorbovaný dřevěným uhlím); užívá se před vysetím v množství 400—500 g na 1 m^2 (Limasset, Darpoux 1951).

Kromě formalinu se při půdní desinfekci ve velké míře uplatňují rovněž různá rtuťnatá mořidla. Tyto látky jsou účinné proti různým půdním houbám, zvláště proti *Rhizoctonia* sp.

Pracovní technika je podle užitého přípravku dvojí: půdní povrch se poprašuje nebo se půda prolévá roztokem látky. V prvním případě se užívá 5—10 g suchého mořidla (u nás přípravek Agronal) na 1 m^2. Aby poprach byl co nejstejnoměrnější a zasáhl celou ošetřovanou plochu, je vhodné před zákrokem promísit mořidlo s práškovitým dřevěným uhlím, jemným popelem nebo pískem. Je to výhodné i proto, že se na povrchu půdy tvoří jemná vrstva, která snadno a rychle vysychá a zabraňuje prorůstání patogenních hub na půdní povrch (houby se pod touto vrstvou nemohou pro nedostatek vzduchu a vláhy dostatečně rozrůstat). Tento způsob desinfekce je zvláště výhodný proti některým původcům padání klíčních rostlin. Poprašovat se musí ovšem co nejdříve po zasetí (později se poškodí klíčící rostliny); nepřesné dávkování nebo špatné rozdělení látky po půdním povrchu může poškodit mladé rostliny.

K prolévání půdy roztokem rtuťnaté látky se používá buď sublimátu asi 0,05—0,1% roztoku), který je velmi účinný, avšak pro silnou jedovatost vyžaduje zvláštní opatrnosti, nebo některých organických sloučenin rtuti, označovaných jako tzv. mokrá mořidla. Tyto látky jsou pro vegetaci i pro člověka obvykle méně nebezpečné a lze jich použít jak v době vegetačního klidu, tak i do brázd k mladým rostlinkám. V obou případech je možno použít roztoků stejné koncentrace (u našeho přípravku Agrostan se užívá jako 0,25% roztoku v množství 5 l na 1 m^2). Desinfekční roztok se obvykle vpravuje do půdy kropicí konví; půda mezi řádky musí ovšem být nakypřena. Po ošetření pozemku s rostoucími plodinami pokropíme rostliny vodou, aby nedošlo k popálení.

Z rtuťnatých přípravků se uplatnil rovněž kalomel — chlorid rtuťný, který podle některých údajů dává dobré výsledky proti plasmodiofoře, a kysličník rtuťnatý; užívají se ve směsi s jemně zvlhčeným pískem.

Měďnaté látky přes svou výbornou fungicidní účinnost na list nedávají při užití k půdní desinfekci většinou dobré výsledky, neboť mají malou penetrační schopnost a některé z nich jsou fytotoxické (zvláště $CuSO_4$). Přesto bordeauxská jícha v 0,6—1% roztoku užitá v množství 10 l na 1 m^2 dává dobré výsledky proti padání klíčních rostlin vyvolanému fykomycety (*Pythium* sp., *Phytophthora terrestris* Sherb. aj.).

Někdy se k půdní desinfekci užívá práškové modré skalice smíchané s vápnem v poměru 1:9 v množství 250 g na 1 m^2, po případě měďnatého vápna nebo kysličníku měďnatého.

Z ostatních látek se v mnohých zahradnictvích dosti často uplatňuje manganistan draselný (tzv. hypermangan); zalévá se slabým růžovým roztokem, který není škodlivý ani pro mladé rostlinky, po případě 0,15% roztokem proti padání. U konifer se koncentrace zvyšuje až na 2,5—3 % (Žuravlev 1953). Kyseliny sírové (obvykle 1% roztoku v množství 10 l na 1 m²) nebo octové (1,25% roztok v množství 25 l na 1 m²), po případě síranu hlinitého k poprachu v množství 100 g na 1 m² se užívá spíše v lesnictví k ochraně semenáčků konifer ve školkách proti padání (Limasset, Darpoux 1951).

Z organických látek užívaných v poslední době rovněž k moření osiva se v některých případech k půdní desinfekci osvědčily tetramethylthiuramdisulfit (TMTD) a tetrachlorbenzochinon (technické označení chloranil, obchodní Spergon), poslední zvláště proti houbám rodu *Pythium*. Fenoly a kresoly, které se v půdě poměrně rychle rozkládají a mají určité vlastnosti fungistatické a stimulační, se prakticky uplatňují jen ve speciálních případech, např. proti rakovině brambor [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.] dinitroortokresol (DNOK či DNC) (Zakopal et al. 1953). Dobrých výsledků bylo však dosaženo s některými chlorovanými deriváty benzenu (hexachlorbenzen — „BHC"), paradichlorbenzenu a nitrobenzenu (např. pentachlornitrobenzen označovaný jako Brassicol, trichlordinitrobenzen — Brassisan, trichlornitrobenzen — Bulbosan, tetrachlornitrobenzen aj.). Brassicol účinkuje hlavně proti sněti cibulové (*Urocystis cepulae* Frost.), sněti zakrslé *Tilletia nanifica* (Wagner) Săv., některým formám padání klíčenců a aktinomykosní strupovitosti brambor [*Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman et Henrici]. Jeho rozsah účinnosti však není tak široký jako u formalinu. Používá se v množství 30 g na 1 m²; rozhodí se rovnoměrně po půdním povrchu a pak se zapraví do hloubky 5 cm. Jako doplňkové opatření se zároveň může poprášit půdní povrch 5—7 g této látky na 1 m². Zvláště dobrých výsledků bylo dosaženo při kombinaci s formalinem, kterým se desinfikovalo na podzim, a na jaře pak Brassicolem. Přípravek Brassican, který je účinný proti plasmodiofoře, se do půdy zapravuje v množství 40—50 g na 1 m², po případě se ve směsi s pískem přidává do jamek pro sázení.

Používání práškové síry k půdní desinfekci se v širokém měřítku neuplatnilo, i když se mnohdy osvědčilo proti některým původcům chorob, např. *Urocystis cepulae* Frost. a některým původcům vadnutí na lilkovitých rostlinách aj., ovšem většinou za současného přidání dostatečného množství vápna. Tyto zásahy jsou však většinou nerentabilní pro vysoké dávky síry, které jsou nutné.

Fumigantních látek se většinou užívá k potírání nematodů a různého hmyzu, který prodělává svůj vývoj (nebo určitou jeho část) v půdě. V některých případech však dávají i tyto zoocidní přípravky dobré výsledky proti některým patogenům; např. chlorpikrin v množství 450 g na 1 m² působí dobře proti *Sclerotium rolfsii* Sacc. a *Pseudomonas solanacearum* Erw. Smith na rajčatech, přičemž zároveň je účinný proti háďátkům a půdnímu hmyzu, není fytotoxický a stimuluje růst. Podobně sirouhlík (v množství 250 g na 1 m²), jemuž se přičítá význam při odstraňování některých forem půdní únavy (Thiem 1939), dává dosti dobré výsledky proti *Sclerotium rolfsii* Sacc., některým druhům rodu *Fusarium*, *Rhizoctonia*, proti *Armillaria mellea* (Vahl.) Quél., *Rossellinia necatrix* (Hart.) Berl., po-

užije-li se několik týdnů před výsazem. Rovněž metylbromid a fumigantní přípravek D-D (dichlorpropylen-dichlorpropan) vykazují dobré účinky proti některým houbám a bakteriím; první se osvědčuje zvláště proti houbám z rodů *Pythium, Sclerotinia* a některým druhům rodu *Fusarium*, druhý proti *Pseudomonas solanacearum* Erw. Smith na rajčatech a tabáku (Limasset, Darpoux 1951).

Podstatně méně účinný je proti houbám insekticidní přípravek hexachloran (HCH), který má rovněž určité fumigační vlastnosti. Tato látka, je-li užívána v určitých dávkách, ovlivňuje patogena a hostitele ve směru pro hostitele příznivém, ačkoliv přímo fungitoxicky pravděpodobně nepůsobí. Jeho určitou účinnost je možno vysvětlit jednak stimulováním rostliny k rychlejšímu růstu, takže rostlina nákaze snadněji unikne, jednak působením na půdní mikrofloru.

Desinfekce osiva

Desinfekce osiva, prováděná různými metodami fysikálními a chemickými, po případě kombinací obou, slouží k ochraně proti chorobám přenášeným semenem. Proti vnitrosemennému přenosu se dosud používá různých metod fysikálních, kdežto chemická desinfekce se uplatňuje jen v případech, kdy se choroboplodné zárodky přenášejí pouze na povrchu semene. V poslední době se však chemické moření pomalu uplatňuje i proti chorobám přenášeným uvnitř semen. Výhodou chemických metod desinfekce osiva proti fysikálním je nejen jejich jednoduchost a možnost snadného zmechanisování, ale i jejich velmi dobrá účinnost, spolehlivost a rentabilita.

Moření osiva povrchově nakaženého

Moření osiva povrchově kontaminovaného ulpělými výtrusy nebo myceliem hub, po případě bakteriemi, tvoří zatím nejpodstatnější část chemické desinfekce osiva. V ojedinělých případech může sloužit i k inaktivaci viru, který se udržuje zbytky plodové dužniny na povrchu semen.

Moření osiva, které patří k nejstarším metodám rostlinné ochrany, prodělalo četné změny jak ve vlastním provedení, tak i v použití jednotlivých látek. Není bez zajímavosti, že účinnost mnohých primitivních prostředků (popele, moče, mléka aj.), užívaných již v dávných dobách, se teprve v moderní době vysvětluje a po případě se používání těchto látek znovu zavádí, třebas v jiné formě nebo k jinému účelu.

V dnešní době z užívaných chemických přípravků mají stále největší význam látky rtuťnaté, přicházející do obchodu jako různě značkované standardní přípravky, a zároveň se ve velké míře začínají uplatňovat nejrůznější látky organické. Ve speciálních případech se stále ještě užívá formalinu (zvláště pro jeho fysikální vlastnosti — těkavost) kdežto od použití přípravků měďnatých (zvláště modré skalice nebo uhličitanu měďnatého) se již téměř všeobecně upustilo.

Požadavky kladené na mořicí látky jsou v dnešní době značně vysoké. Při dostatečné účinnosti nesmějí užívaná mořidla porušovat klíčivost osiva ani poškozovat aparaturu používanou k moření, musí být co nejméně škodlivá pro lidi a zvířata, mají mít dobrou penetrační schopnost, aby se dostala i pod pluchy obilek, po případě i do vlastního semene a musí dlouhou dobu ulpívat na povrchu semene (aby se jejich účinek projevil ještě v půdě po

zasetí). Přestože jednotlivá mořidla zatím naprosto nesplňují všechny tyto předpoklady, můžeme při výběru mořidel volit z několika typů látek vzájemně se lišících účinkem i působností ty, které nejlépe vyhovují danému účelu, druhu osiva nebo chorobě, proti níž bojujeme.

Prakticky se rozlišují tzv. mořidla suchá, mokrá a fumigantní. Účinek mořidel jednotlivých skupin je různý. Mokrá mořidla běžného typu (rtutnatá) působí pouze na zárodky ulpívající na semeni. Jestliže se zamořené osivo dostane v půdě do blízkosti houbových výtrusů (zvláště snětí), může být za příznivých půdních podmínek napadena rostlina, která vyklíčila z desinfikovaného osiva. Naproti tomu suchá mořidla zahubí nejen choroboplodné zárodky na povrchu osiva, ale i zárodky v půdě v blízkosti vysetého semene. Tento prodloužený účinek suchých mořidel je způsoben tím, že mořidlo je složeno z různých forem účinné látky, nestejně rozpustných ve vlhké půdě; snadno rozpustná složka působí ihned, méně rozpustné sloučeniny účinkují později, takže chrání rostlinku delší dobu. Tato prodloužená účinnost je u mokrých mořidel jen nepatrná (G a s s n e r 1927).

Technika moření

Technika desinfekce se do značné míry řídí podle typu mořidla. Podle jednotlivých způsobů moření praxe většinou rozlišuje tzv. moření mokré, suché, po případě i kombinované.

M o k r é m o ř e n í se provádí kropením nebo namáčením do tekutých mořidel běžného typu. Při suchém moření, které je v podstatě poprášením (a promícháním) osiva s desinfekční látkou v mořicím bubnu nebo jiné nádobě, se používají nejen suchá mořidla, ale i mořidla fumigantní (např. Panogen), která jsou tekutá. Kombinované moření se provádí suchými mořidly, která se před promícháním s osivem ovlhčují vodou.

M o ř e n í k r o p e n í m patří mezi nejstarší způsoby desinfekce semen. Osivo se kropí na hromadě mořicí tekutinou za neustálého přehazování dřevěnou lopatou, a to tak dlouho, až jsou všechna zrna stejnoměrně ovlhčena. (Hromada musí být nejméně 6—10krát přehozena.) Po provedeném zákroku se osivo dá uschnout v tenké vrstvě. Určitou výhodou této metody je její poměrná rychlost. Četné nevýhody moření kropením činí však tento postup dnes již zcela nepoužitelným, zvláště proti obilným sněti (mazlavým), i když použité látky jsou dostatečně účinné. Nakažené obilky bývají totiž často porušeny až při setí strojem, takže uvolněné výtrusy mohou kontaminovat osivo již namořené. Mořit kropením můžeme, máme-li jistotu, že osivo neobsahuje snětivá zrna, což lze předpokládat jen u osiva dokonale přečištěného nebo předem máčeného. Moření kropením se dosud někdy používá při moření ovsa proti prašné sněti ovesné.

M o ř e n í m á č e n í m je proti prvnímu způsobu dokonalejší i účinnější. V mnohých případech, zvláště při moření malého množství semen nebo při použití speciálních tekutých mořidel, je jediným možným způsobem. Osivo určené k desinfekci se ve zvláštní nádobě (nejlépe v koši vyšitém pytlovinou, v pytlích apod.) ponořuje do mořicího roztoku, a to tak, aby nad osivem byla dostatečná vrstva tekutiny; při tom se osivem důkladně míchá. Při tomto postupu obvykle lehčí napadená semena vyplavou na povrch a odstraňují se (spálí); nikdy se nesmějí kompostovat. Po uplynutí předepsané doby moření (podle druhu látky nebo přípravku)

se mořicí nádoba z roztoku vyjme a dá odkapat. Místo, na němž se namořené osivo suší, musí být napřed desinfikováno roztokem mořidla podobně jako obaly, do nichž se namořené osivo ukládá. Rozhodujícím činitelem, který ovlivňuje úspěch podniknutého opatření, je přesné zachování správné koncentrace a doby moření. Při tomto postupu se užívá stejných mořicích látek jako při moření máčením (kropením).

Moření postřikem je zdokonalený způsob desinfekce kropením. Mořicí tekutina se stříká ve speciálních bubnech pod vysokým tlakem na osivo. Nevýhody tohoto způsobu jsou obdobné jako při kropení.

Suché moření, při němž se užívá ve vodě prakticky nerozpustných přípravků, se provádí poprašováním osiva a jeho dokonalým promícháním s mořicí látkou, která ulpí na semenech. Je to způsob, který je v praxi nyní nejrozšířenější a jemuž se pro četné výhody dává přednost před ostatními metodami moření. Podmínkou úspěchu ovšem je, aby přípravek byl dokonale přilnavý a snadno a stejnoměrně se mísil s osivem. Technika vlastního provedení bývá velmi rozličná. Od primitivních způsobů, kdy se osivo mísí s mořicím práškem na hromadě, v neckách nebo v pytlích, přechází se k používání mořicích bubnů nebo speciálních aparatur (často s nepřetržitým automatickým výkonem), jimiž jsou vybaveny zvláště množitelské nebo výkupní podniky. Podmínkou úspěchu při suchém moření je dobrá přilnavost mořidla a jeho snadné a stejnoměrné mísení s osivem. Aby se zvýšila přilnavost suchých mořidel k osivu a zabránilo se nežádoucímu prášení, přidávají se k mořicím přípravkům zvlhčující látky (zvláště oleje).

Moření ovlhčováním (rychlé moření) záleží v tom, že se mokrá mořidla (např. Germisan, formalin) aplikují na osivo jako mořidla suchá v mořicím bubnu, přičemž se volí vyšší koncentrace mořicího roztoku než při moření kropením a takové množství tekutiny, aby dostačilo k ovlhčení povrchu osiva. Při použití mořidel těkavých se volí pak takové množství mořicí látky, aby páry stačily proniknout veškeré osivo, jež se moří. Prakticky se provádí buď zkrápěním osiva roztokem mořidla nebo politím osiva tímto roztokem a dokonalým promícháním v mořicím bubnu.

Předností tohoto mořicího postupu je, že jím lze vyloučit některé nevýhody jak suchého, tak i mokrého způsobu moření. Tím, že se k provedení desinfekce spotřebuje malé množství tekutiny (u látek rtuťnatých např. 3—4 l na 100 kg osiva), nestoupne vlhkost osiva na nežádoucí míru, takže není třeba osivo zvláště dosoušet. Ošetření se tím proti moření kropením nebo máčením ještě značně zkracuje, neboť odpadá dosoušení. Předností tohoto způsobu je též to, že při moření se jedovatý přípravek nerozprašuje a že jeho provoz je levný (levnější než při užití suchého moření i ostatních způsobů moření mokrého). Rychlého způsobu nelze však užít při moření ovsa rtuťnatými látkami; v tom případě je nutno použít buď normálního moření máčením nebo formalinu (ať již máčením nebo ovlhčováním).

Rychlé moření je vlastně zlepšené moření kropením. Není proto dosti vhodné užít ho tehdy, jestliže jsou v osivu přimíšena snětivá zrna (resp. obilky vyplněné výtrusy mazlavé sněti). Mnozí fytopatologové (např. Peklo 1947) proto rychlý způsob moření zavrhují, použije-li se k němu běžných tekutých mořidel rtuťnatých, a to tím spíše, že nelze vždy zaručit úplné ovlhčení všech semen; rychlému způsobu moření se dává přednost při použití formalinu. Po ošetření rychlou cestou se osivo musí vysévat co možno nejdříve. Z praktického hlediska se nesmí opomenout, že osivo namořené

touto metodou snadno propadá secím strojem, neboť je slabě ovlhčeno, takže je nutno vždy zvláště seřídit výsev.

Jako kombinované moření se obvykle označuje postup, při němž se osivo nejdříve zvlhčí a potom ošetří práškovitým mořidlem. Osivo se obaluje silnější vrstvou přípravku, který na povrchu semen ztuhne a vytvoří tuhou vrstvu — krustu (tzv. kandování osiva mořidlem). Účelem tohoto způsobu moření je prodloužený účinek proti následné půdní infekci. Pro velkou spotřebu přípravku je však tento způsob málo ekonomický a v praxi se, zvláště u nás, neujal.

Zhodnocení jednotlivých mořicích postupů

Výhody suchého moření:

1. Provedení je velmi snadné.
2. Odpadá příprava mořicí tekutiny, která vyžaduje přesnost.
3. Není třeba sledovat dobu moření, aby osivo nebylo přemořeno.
4. Vyžaduje mnohem kratší dobu (3—5, nejvýše 10 min.) než moření mokré.
5. Odpadá sušení osiva, možnost zapaření, namrznutí (po moření v zimě) a vyklíčení namořeného osiva. Práce s výsevem osiva je mnohem snazší, úspěšnější a úspornější (kov secích strojů nekoroduje).
6. Při použití rtuťnatých přípravků suchá mořidla ve srovnání s tekutými vykazují větší účinnost, neboť do určité míry znesnadňují půdní infekci. Kromě toho je osivo částečně chráněno proti poškození některými skládkovými nebo půdními škůdci.
7. Mořit je možno i několik měsíců před setím, poněvadž mořidlo účinkuje až v půdě, což z hlediska ekonomického přispívá k stejnoměrnějšímu využití pracovních sil (osivo nutno však ukládat v suchých obalech).
8. Není třeba odstraňovat snětivá zrna jako při mokrém způsobu desinfekce.
9. Odpadá nebezpečí, že by osivo špatně vzešlo, když přijde do příliš suché půdy, jako je tomu při užití mokrých mořidel.
10. Odpadá desinfekce obalů, secího stroje a ukládacích prostorů a není nutno se obávat dodatečné kontaminace (povrchové nákazy) namořeného osiva jako při mokrém moření.

Nevýhody suchého moření (v mnoha případech mohou být odstraněny nebo zanedbány):

1. Přípravky jsou jedovaté a při moření se dosti práší. (Dokonalé stroje tuto nevýhodu většinou odstraňují, při moření v malém je třeba však použít polomasky nebo respirátory, po případě aspoň vlhký šátek kolem úst a nosu.)
2. Je poměrně dražší než moření tekutými přípravky. (Menší potřeba pracovních sil a četné přednosti suchého moření však tuto nevýhodu vyvažují.)
3. V praxi se nehodí pro moření malého množství osiva (např. v zelinářství).

Nevýhody mokrého moření:

1. Nedodrží-li se doba moření, snižuje se účinnost mořidla (je-li kratší), nebo může dojít k poškození klíčivosti (je-li delší).

2. Nepřesná příprava mořidla má podobné následky.

3. Nevhodně skladované přípravky se snadno zkazí a ztratí účinnost.

4. Moření není dost účinné, není-li při máčení dostatečně vysoká vrstva tekutiny nad osivem, je-li osivem špatně mícháno (vytváří se vzduchový obal kolem zrn) nebo jestliže je mořicí tekutina příliš znečištěna houbovými výtrusy.

5. Ostatní nedostatky mokrého moření vyplývají z poznámek uvedených u výhod suchého moření, zvláště z bodů 4—10 (viz str. 490).

Výhody mokrých mořidel:

1. Bez obtíží je možno namořit i velmi malá kvanta osiva.

2. Mořidlo proniká pod pluchy obilek, čímž účinkuje proti těm chorobám obilí, které se přenášejí na vnitřním povrchu pluch.

Způsoby použití jednotlivých mořidel

Volba určité mořicí techniky se řídí použitím určitého typu mořidla i účelem desinfekce. Některých přípravků se může použít pro různé mořicí způsoby, kdežto jiné mohou být aplikovány pouze určitým pracovním postupem. Rtuťnatých práškovitých mořidel se může použít jak pro moření suché, tak i pro všechny postupy moření mokrého, jsou-li ovšem pro jednotlivé způsoby zvláště upraveny fysikální vlastnosti mořidel.

Formalinem, který se uplatňuje zvláště k desinfekci ovsa proti snětivosti, se moří jednak kropením v mořicím bubnu (tzv. rychlé moření) nebo máčením. Při používání staršího způsobu — máčení — se používá 0,1% roztoku formalinu, tj. ¼ l 40% formalinu na 100 l vody (při použití formalinu 36% se užívá $^1/_3$ l na 100 l vody). Oves se moří 20—30 minut; pro ostatní druhy obilnin stačí doba 10—15 minut. Po desinfekci se osivo musí propláchnout čistou vodou a ihned vysít (nejdéle tři dny po namoření), neboť skladováním rychle klesá jeho klíčivost.

Pro rychlé moření formalinem bylo vypracováno několik způsobů. Při desinfekci kropením osiva v bubnu se obvykle užívá 3—4 l 0,5% formalinu (1,25 l formalinu na 100 l vody) na 100 kg osiva. Brückner (1957) užil 5% formalinu (40% formalin s vodou v poměru 1:7) v množství 300 ccm na 100 kg osiva. V některých případech se osvědčuje i kropení na hromadě, které však je pracnější. Zásobní roztok se připravuje z 1 l 40% formalinu přidaného do 80 l vody; na 100 kg osiva se užívá 3 l roztoku, kterým se kropí osivo rozprostřené ve vrstvě asi 30 cm za stálého přehazování dřevěnou lopatou. Místo, na němž se desinfekce provádí, musí být napřed rovněž vydesinfikováno formalinem. Stejnoměrně provlhlé osivo se na hromadě přikryje plachtou, aby formalinové páry působily po dobu čtyř hodin. Ať se užívá kteréhokoliv ze způsobů moření formalinem, je vhodné před vlastním namořením celé partie osiva udělat zkoušku s malým množstvím osiva, neboť jakost osiva (daná ročníkem a odrůdou) značně rozhoduje o možném poškození klíčivosti (koagulací bílkovin ve slupce semene).

Desinfekce osiva a jarovisace

Při vysévání jarovisovaného osiva vyvstává často otázka, zda se má mořit před jarovisací nebo až po ní. Kress (1953, 1954) uvádí, že je vhodné mořit teprve po skončené jarovisaci, avšak nepokládá za nutné znovu mořit obilí po jarovisaci, bylo-li již před ní namořeno. Podle pokusů H. A. Smidta (1955) je možno suchými mořidly desinfikovat osivo jak před jarovisací, tak i po ní. Při užívání mokrých mořidel (v koncentraci asi 0,5%) je vhodné zjednodušit celý pracovní postup tak, že mořicí látku přidáváme do namáčecí vody při jarovisaci, a to při posledním namáčení.

Moření osiva vnitřně infikovaného

Chemická desinfekce osiva vnitřně infikovaného je značně obtížná, protože se snadno může poškodit embryo. Perspektivní v tomto směru mohou být zákroky, při kterých se neužívá prudkých jedů (většina mořidel, zvláště rtuťnatých), nýbrž látek méně škodlivých, po případě se selektivním účinkem, a to většinou při dlouhodobém máčení (asi 48 hodin). Poměrně dlouhá doba máčení umožňuje totiž proniknutí látky dovnitř semene. Podstata účinnosti těchto zákroků není však dosud zcela jasná, neboť se při nich uplatňují i některé jiné vlivy (zvláště anaerobní podmínky). Dobrých výsledků proti prašné sněti ječné bylo dosaženo např. máčením osiva 48 hodin v 0,05% suspensi chloranilu (Spergon) nebo v přípravku Rhodan.

Je pravděpodobné, že i některá antibiotika se v budoucnosti uplatní, neboť u některých bylo zjištěno, že mohou pronikat do pletiv semene a působit selektivně na patogena. Tak např. Köhler (1953) uvádí, že semena okurek, infikovaná bakterií *Pseudomonas lachrymans* (Smith et Bryan) Carsner, po namočení v roztoku streptomycinu (ředěného v poměru 1:10 000 až 1:1 000 000 vodou) dávala zcela zdravé potomstvo na rozdíl od neošetřené kontroly. Podobných výsledků bylo dosaženo při použití téhož antibiotika proti bakterii *Corynebacterium michiganense* (Erw. Smith) Jensen, původci vadnutí rajčat.

V souvislosti s desinfekcí osiva vnitřně infikovaného prašnou sněti některými chemickými látkami při dlouhé době máčení je nutno se zmínit i o úspěšných pokusech mořit osivo máčením v čisté vodě. Tyner (1953) uvádí proti prašné sněti ječné jako účinné máčení v čisté vodě po 64 hod. při 22° C. Herbert (1955, 1956) nahradil dlouhodobé máčení ve vodě uzavřením předmáčeného osiva na určitou dobu za anaerobních podmínek. Zemánek a Bartoš (1957) ovlhčovali osivo v bubnu množstvím 20 l vody na 100 kg osiva, a to 2—3 postupnými dávkami po 15—20 minutách, a pak uzavírali anaerobně při 22° C po 4 dny. Postup vyžaduje však větší pečlivosti, aby osivo dobře přijalo vodu. Spolehlivější proto je 2—4hodinové máčení ve vodě při teplotě nejméně 20—22° C s následným anaerobním uzavřením na 4 dny (tzv. anaerobní moření).

Desinfekce rostlinných výpěstků a sadby

Desinfekce vegetativních částí rostlin a plodů, určených pro sadbu nebo pro konsum, je obvykle spojena s mnohem většími zásadními a technickými obtížemi než desinfekce semen.

Jestliže účelem desinfekce je pouze uchovat konsumní hodnotu výpěstků,

pak hlavním požadavkem při užívání ochranných látek je jejich nejedovatost a neškodnost pro zdraví lidí a zvířat, po případě i snadné odstranění zbytků těchto látek s povrchu (omytím). V tomto případě má desinfekce hlavně zabránit přenosu choroby z ochořelých kusů na zdravé, po případě zabránit infekci rostlinných produktů zárodky ze vzduchu nebo kontaminovaného prostředí (z obalů, podlah apod.). Provedení je celkem jednoduché.

Povrchová desinfekce skladovaných ovocných plodů se provádí buď máčením plodů ve fungicidním roztoku nebo zabalováním do jemných („hedvábných") papírků impregnovaných fungitoxickými či bakteriotoxickými látkami, po případě postřikováním roztokem nebo suspensí fungicidu. Jako desinfekční lázně, do níž se plody namáčejí, se používá např. roztoku boraxu, roztoku manganistanu draselného, sody, látek na basi chinolinové aj. K impregnaci papírků se používá některých eterických olejů nebo velmi slabých roztoků jodových solí.

Jiné požadavky jsou kladeny na desinfekci sadby, zvláště bramborových hlíz, zeleninových a květinových cibulí, oddenků, bulev, kořenů apod. Vhodnost používaných látek se pak posuzuje hlavně z hlediska fytotoxicity, tzn. podle toho, zda neporušují a nesnižují klíčivost. Desinfekce může mít dvojí účel, jednak čelit přenosu infekčních zárodků z infikovaného nebo kontaminovaného prostředí, jednak zbavit povrch nebo podpovrchovou partii napadených rostlinných produktů již přítomného patogena. V prvním případě, technicky jednodušším, se sadba poprašuje fungicidními látkami, zvláště látkami měďnatými a práškovou sírou nebo směsí obou, po případě směsí těchto látek s vápnem. Někdy se k těmto poprachům přidávají látky vysušující povrch (jemný popel, dřevěné uhlí apod.). Postřiky sadbového materiálu fungicidními přípravky nejsou většinou doporučitelné, neboť značně zvyšují vlhkost v ukládacím prostředí a na povrchu výpěstků, takže spíše infekci usnadňují, nejsou-li ovšem naprosto účinné. Desinfekcí bramborové sadby se u nás zabývali Baudyš, Říha (1924) a Peklo (1941).

Při desinfekci rostlin do určité míry poškozených (obvykle v těch případech, kdy není možno opatřit si sadbu zcela zdravou) narážíme na četné potíže. Poprašky jsou většinou málo užitelné, neboť mají malou přilnavost a ulpí na poměrně malé ploše, nehledě k tomu, že účinná látka se nedostává pod povrch orgánů. Tekutiny by byly vhodnější, avšak namáčení většího množství sadby, zvláště bramborových hlíz, do desinfekčního roztoku je značně obtížné. Ve srovnání s osivem, které v době klidu má malé množství vody a je schopno přijmout velké množství fungicidního roztoku, přijímá sadba, která obvykle má velký obsah vody, jen nepatrné množství tekutin, takže i účinnost desinfekce mokrou cestou je mnohem menší než u osiva. Z hlediska fysiologie rostliny je účinná desinfekce sadby obtížná též tím, že během uložení se spící pupeny probouzejí k životu často postupně a zpočátku prakticky nepozorovatelně, jak je to zvláště patrné u oček bramborových hlíz. Nestejnoměrný vývoj těchto orgánů pak značně znesnadňuje ochranné ošetření (zvláště před sázením), kterým se někdy dosti porušuje klíčivost sadby.

Vcelku však možno říci, že pro velké množství sadbového materiálu, a tím i velké náklady na desinfekci a nákup potřebných látek, se desinfekce sadby uplatňuje jen v ojedinělých případech, spíše u kultur zahradních, např.

proti *Septoria gladioli* Pass., *Sclerotinia gladioli* (Mass.) Dray. apod. Desinfikují se také řízky nebo rouby ovocných stromů.

Desinfekce skladištních prostorů, pařenišť a skleníků

Desinfekce skladišť je pro ochranu rostlinných výpěstků ukládaných pro příští vegetaci stejně důležitá jako desinfekce osiva nebo sadby.

Důkladné mechanické vyčištění ukládacích prostorů je vždy prvním předpokladem pro zdar podniknutého opatření. Stěny skladišť se mají vždy po vyklizení starého materiálu čerstvě nabílit vápnem, do něhož je vhodné přidat některou fungicidní látku, po případě postříkat 5% roztokem formalinu (½ l na 1 m^2), 8—10% roztokem prodejného kresolu apod. Podlaha, zvláště je-li hliněná, má být vysypána směsí práškové modré skalice, vápna a síry (v poměru 1:1:1); zemina, do níž se ukládají rostlinné produkty, se musí ovšem vyměnit.

Vlastní desinfekce prostoru se provádí látkami, které se dobře vypařují nebo dobře zplyňují, po případě vydávají hustý dým, který může být nositelem fungicidní látky. Nejvíce se uplatňuje kysličník siřičitý a formalin. Před jejich užitím je nutno prostory vždy řádně utěsnit, aby eventuální ztráty byly co nejmenší. Kovové nářadí a příslušenství prostorů se musí buď odstranit nebo konservovat vaselinovým nebo olejovým nátěrem.

Desinfekce kysličníkem siřičitým se provádí tak, že se síra zapálí v plechových mísách, na cihlách, břidlicových deskách apod.; na 1 m^3 se počítá dávka 10 g síry, při špatném utěsnění až 20 g (Kotte 1952). Prostor se uzavře na 24 hodin a potom se důkladně provětrává. Při desinfekci skleníků je třeba dávat pozor, aby kysličník siřičitý nevnikl do sousedních prostorů a nezničil v nich kultury.

Pro desinfekci formalinem se užívá tzv. formalinové lampy, v níž se spaluje paraformaldehyd, prodávaný jako pastilky (1—2 pastilky na 1 m^3). Místo formalinu se rovněž osvědčuje směs 20 ccm prodejného formalinu, 20 ccm vody a 8 g manganistanu draselného, která se bohatě vypařuje. Páry musí působit rovněž 24 hodiny.

Neméně důležitá je ochrana proti hmyzu a drobným živočichům (např. beruškám), kteří jsou častými přenašeči různých chorob, zvláště ve vlhkých prostorách. K desinfekci se v poslední době uplatňují zvláště látky aplikované ve formě aerosolů vyvíjených ve zvláštních generátorech.

Chemické ošetření nadzemních částí rostlin

Ošetření rostlin chemickými látkami proti chorobám je po stránce použití jednotlivých přípravků a způsobů jejich aplikace velmi rozmanité. O jednotlivých látkách a formách jejich použití je pojednáno v kapitole Přípravky proti parasitním chorobám rostlin.

BIOLOGICKÉ METODY V OCHRANĚ ROSTLIN

Pojmem biologická ochrana dnes označujeme použití organismů k aktivnímu ničení nebo aspoň zmenšení škodlivosti jednotlivých původců chorob nebo škůdců; v nejširším smyslu jsou ovšem biologickými opatřeními

v ochraně rostlin téměř všechny zásahy prováděné jinými prostředky než fysikálními a chemickými (např. pěstování vzdorných odrůd a jejich záměrné šlechtění, osevní postupy, ničení mezihostitelů apod.). Biologická ochrana je založena na využití poznatků o vzájemných (respektive protichůdných) vztazích mezi organismy, které jsou navzájem buď konkurenty ve výživě nebo antagonisty, po případě z nichž jeden slouží druhému přímo za potravu nebo na něm parasituje (tzv. hyperparasit nebo superparasit).

Konkurenční vztahy organismů a mikroorganismů se uplatňují zvláště v půdě, která je zdrojem výživy nejen pro rostliny, ale i pro četné půdní organismy. Důsledky těchto vztahů mohou být pro pěstované plodiny jak příznivé, tak i nepříznivé, což závisí na tom, zda se v půdě více uplatňují organismy saprofytní na úkor parasitních nebo naopak.

Antagonistické vztahy mikroorganismů se uplatňují v tom směru, že produkty látkové výměny organismů jedněch brzdí nebo zastavují vývoj organismů druhých. S těmito vztahy se setkáváme velmi často v půdě, v níž existuje velké množství mikroorganismů antagonistických a antibioticky aktivních.

Tak např. saprofytní houby z rodu *Trichoderma* [zvláště *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz] působí proti kořenomorce — *Rhizoctonia solani* Kühn, *Pythium* sp., *Armillaria mellea* (Vahl.) Quél., parasitním nebo saproparasitním houbám antibiotickou látkou vylučovanou mladými hyfami (Weindling 1934). Podobně četné půdní bakterie a aktinomycety, jsou-li v půdě dostatečně zastoupeny, jsou vydatnými a přirozenými regulátory půdní únavy vyvolané patogenem. Význam antagonistických vztahů se nesmí podceňovat ani u různých organismů epifytních (žijících na povrchu rostliny — např. saprofytních epifytních háďátek, některých hub aj.), ani u obligátních parasitů, vystupujících na rostlině současně. V tomto směru je např. znám antagonistický vztah mezi plísněmi z čeledi *Peronosporaceae* a některými viry, přičemž plíseň bývá obvykle inhibitorem viru. Müller a Munro (1951) pozorovali opačný vztah u fytoftory, která byla na rostlinách uměle inokulovaných bramborovým virem X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] anebo Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] redukována tím více, čím silnější příznaky projevil systemický virus na listech (později naočkovaných plísní). Výsledky pokusů v poslední době ukázaly, že nejen četné houby mohou být inhibitory nebo inaktivátory rostlinných virů, ale i některé bakterie (např. *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula, *Rhodotorula* sp., *Bacterium stewartii* Erw. Smith aj. — (Utech, Jonson 1950). Antagonistické vztahy jsou i mezi jednotlivými viry, po případě jejich kmeny. Z hub, které byly zjištěny jako inhibitory virové infekce, možno jmenovat *Macrosporium carotae* Ell. et Langl., *Botrytis* sp., *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Bri. et Cav., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Trametes versicolor* (L. et Fr.) Pilát, *Rhizoctonia solani* Kühn. aj.; největší význam mají *Trichothecium roseum* (Bull.) Lk. a *Neurospora sitophila* Shear et Dodge (Gupta, Price 1950). Vzájemná inhibice nakažlivosti se vysvětluje nejen působením metabolitů určitého patogena na druhého, ale i ovlivňováním, respektive změnou náchylnosti rostliny.

Hyperparasitismus, o němž mluvíme tehdy, jestliže nějaký organismus

cizopasí na jiném parasitovi, je znám jak u živočichů, tak i mezi houbami a jednotlivými mikroorganismy nebo jejich skupinami.

Mezi nejznámější houbové hyperparasity — houby cizopasící na houbách — patří *Cicinobolus cesatii* de By., který napadá různé *Erysiphaceae*. U nás byl zjištěn u padlí jabloňového. Na různých rzích byla zjištěna houba *Tuberculina persicina* (Ditm.) Sacc., vytvářející na napadených houbách nafialovělá sporodochia. Parasit byl nalezen na aecidiích rzi podbělolipnicové (*Puccinia poarum* Niels.) na podbělu, na prášilkách rzi hrušňové [*Gymnosporangium sabinae* (Diks.) Wint.] a rzi jeřábové (*Gymnosporangium juniperium* Aut.), na spermogoniích a kupkách zimních výtrusů rzi *Endophyllum sempervivi* (Alb. et Schwein.) De By. a na kupkách zimních výtrusů rzi *Puccinia vincae* (DC.) Berk. Podobně na aecidiích rodu *Cronartium* byla zjištěna houba *Tuberculina maxima* Rostr. Na kupkách letních a zimních výtrusů četných rzí rovněž parasituje houba *Darluca filum* (Biv.) Cast., vytvářející na napadených výtrusných ložiscích kulovité pyknidy. Jako parasit letních výtrusů rzi *Hemileia vastatrix* Berk. et Br., parasitující na kávovníku, bylo zjištěno *Verticillium hemilaiae* Bourriquet, které svými hyfami vyplňuje uredospory (Limasset, Darpoux 1951).

Význam těchto houbových hyperparasitů pro záměrné hubení rostlinných patogenů není velký, neboť většinou je velmi nesnadné je rozmnožovat. Kromě toho jejich účinek je závislý na podmínkách vnějšího prostředí, hlavně na vlhkosti, kterou lze těžko ovlivňovat.

Snaha používat k ničení některých škůdců nebo patogenů vzájemně protichůdných a nepřátelských vztahů mezi organismy není nejnovější. Ačkoliv ve vědecké literatuře první zmínka o použití biologické ochrany pochází od Linného z r. 1756 (podle Sachtlebena 1941), není pochyby o tom, že základní vztahy mezi organismy byly známy již dříve a snad i využívány k prospěchu člověka. (Známé jsou např. staroegyptské záznamy o etiopském ježku hubícím kobylky, staré téměř 4500 let.) Vědecké základy biologické ochrany byly dány až na počátku 19. století, kdy na možnost jejich využití v ochraně rostlin poukázal Notariani a pak Darwin (Sachtleben 1941); první výzkumy byly věnovány hlavně použití dravého nebo cizopasného hmyzu proti škůdcům rostlin z řad hmyzu. Pokusy s ničením škodlivého hmyzu houbami provedl po prvé Mečnikov v r. 1878. Později poukázal Petri (1927) a Novogrudskij (1936) též na možnost použití bakterií proti parasitním houbám a Tubeuf (1914, 1926) na ničení některých hub jejich mykotickými parasity.

Nejednou se též zkoušelo použití biologických metod proti obtížným plevelům, a to nákazou jejich specifickými houbovými parasity [např. pcháče rzí *Puccinia suaveolens* (Pers.) Rostr.].

V poslední době se zvyšuje snaha po užití biologických metod hlavně pro některé neúspěchy při používání určitých chemických ochranných přípravků, jejichž stinnou stránkou je poškozování biocenos a tím i zhoubné šíření nebezpečných škůdců. Tak působí zvláště některé insekticidy (např. DDT).

Vlastní metody používané v biologické ochraně jsou založeny hlavně na zavádění umělých nákaz přímo do patogena (škůdce) nebo na jeho povrch, Dobré výsledky byly získány při přímém použití antagonisty na povrch po případě do jeho životního prostředí.

patogena. Účinnost těchto ochranných zásahů byla konstatována hlavně v těch případech, kdy patogen žil na povrchu semen nebo jako povrchový parasit povlékal rostlinné orgány. Tak např. Berezovová (1939) uvádí jako úspěšnou metodu ochrany proti fusariose lnu bakterisaci semen mykolytickými bakteriemi získanými z epifytní mikroflóry na povrchu semen. Novogrudskému (1937) se podařilo podstatně omezit fusariosu a antraknosu lnu (a další houbové choroby) ošetřením osiva různými půdními bakteriemi, isolovanými z půdních hrudek. Podobně bylo dosaženo účinného potírání fusariosy ovsa použitím antagonistických druhů hub z rodu *Chaetomium*, zvláště *Ch. cochliodes* Pall. a *Ch. globosum* Kze., a to ponořováním infikovaného osiva do filtrovaných isolátů těchto hub (Tweit a Wood 1955). Davydov (1951) použil mykolytických bakterií v boji proti americkému padlí angreštovému tak, že postřikoval chorobné rostliny zředěným nálevem získaným z chlévského hnoje, který je přirozenou směsí mykolyticky účinných bakterií.

V poslední době bylo provedeno mnoho zdařilých pokusů s ničením půdních patogenů při použití jejich mikrobiálních antagonistů vpravovaných do půdy (očkování půdy). Účinnost podniknutých zákroků je hlavně v tom, že četné mikroorganismy vylučují antibiotické substance, které buď omezují růst mikroorganismů jiných (látky bakteriostatické, fungistatické), nebo je přímo zabíjejí (baktericidní, fungicidní látky), po případě mají schopnost rozpouštět jejich buňky (účinky bakteriolytické, mykolytické). Podle toho, zda tyto vlastnosti vykazují pouze organismy živé nebo jejich isoláty, používá se buď přímo antagonistů, nebo antibiotik z nich získaných.

První pokusy s přímým vnášením biologických preparátů s antagonisty do půdy byly provedeny teprve v poslední době (Berezovová 1939, Weindling 1946, Winter 1950 aj.), přestože antagonistické vztahy a antibiotické vlastnosti půdních mikroorganismů jsou známy již delší dobu. Tak bylo s úspěchem použito houby *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz proti některým mykosám lnu, zvláště proti fusariose a antraknose (Fedorinčik a Vanderflaas 1954), proti rhizoktonii (*Rhizoctonia* sp.) a pythiu (*Pythium* sp.) na mladých okurkách (Allen a Haenseller 1935), rhizoktonii na mladých citroníkových rostlinách, na bavlníku aj. Weindling (1946) a Winter (1950) použili pro vpravování antagonistů do půdy speciálních kompostů proti houbám *Ophiobolus* sp. a *Helminthosporium* sp. Issac (1954) vyvolal po přidání mycelia houby *Blastomyces luteus* do půdy potlačení patogenních druhů *Verticillium dahliae* Kleb. a *V. albo-atrum* Rkc. et Barth.

V poslední době, kdy byla isolována četná antibiotika z různých antagonistických mikroorganismů, je snaha převést vpravování antagonistických organismů na chemickou ochranu specifickými stabilisovanými antibiotiky, z nichž mnohá byla již získána syntetickou cestou.

Shrneme-li používání biologických metod ve fytopatologii a v ochraně rostlin vůbec, vidíme, že je teprve v počátcích. Nynější rychlý vývoj biologie může však ukázat v brzké době správné cesty pro používání těchto biologických metod, které se mohou stát v rukou zemědělce účinnou přirozenou zbraní proti různým škůdcům a chorobám rostlin.

KARANTÉNNÍ OPATŘENÍ V OCHRANĚ ROSTLIN

Pojmem karanténa v ochraně rostlin se označují nejrůznější zákonná opatření, která zamezují zavlečení nebezpečných škůdců do nových, nezamořených území. Karanténní zásahy se v ochraně rostlin začaly uplatňovat teprve v druhé polovině 19. století, když na evropské vinice byly z Ameriky zavlečeny oidium (padlí), peronospora a révokaz.

Karanténní opatření jsou vlastně zákroky proti antropochornímu přenášení škůdců a choroboplodných zárodků, které se většinou děje na velké vzdálenosti, zvláště obchodním a výměnným stykem.

V praxi rozeznáváme karanténu vnější (ve styku mezistátním) a vnitřní (vnitrostátní). V mezistátním styku jde hlavně o kontrolní zásahy při dovozu a vývozu rostlin, rostlinných produktů, sadby a osiva, které mohou mít za následek odmítnutí určitého zboží, po případě i bezpodmínečný zákaz dovozu nebo okamžitou desinfekci dodaného zboží.

Kontrolní prohlídky jsou upraveny jednak příslušnými zákonnými ustanoveními jednotlivých států, jednak mezinárodními konvencemi, po případě mezistátními dohodami. Vývozní státy vydávají fytopatologická osvědčení o zdravotním stavu zasílaného materiálu, dovozní stát na předem stanovených přechodových pohraničních místech ustanovenými orgány kontroluje, zda dovážené zboží vyhovuje předepsaným zdravotním normám a zda zároveň se zásilkou není zavlečen nějaký nebezpečný škůdce nebo původce či přenašeč infekční choroby. Vlastní zdravotní prohlídka, kterou u nás vykonává státní fytokaranténní inspekce (dříve rostlinolékařská služba) se opírá o zákon 188/50 Sb., vládní nařízení 17/51 Sb. a směrnice ministerstva zemědělství čj. 87 754/51-II/6.

Zvláště nebezpeční škůdci a původci chorob, snadno se šířící a vyvolávající kalamity, na něž se vztahují přísné karanténní předpisy, jsou označováni jako škůdci a choroby karanténní. V našem státě je toho času uvedeno v seznamu karanténních škodlivých činitelů podle zákona o zdokonalení rostlinné výroby 188/50 Sb. a vládního nařízení 8/53 Sb. celkem 12 škůdců a chorob. Z chorob jsou u nás karanténní rakovina brambor [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.], septoriosa lnu [*Septoria linicola* (Speg.) Gar.], z přenašečů chorob sítěnka řepná (*Piesma quadrata* Fieb.), která přenáší virovou kadeřavost řepy [*Beta virus 3* (Wille) Smith].

Účelem vnitřní karantény je bojovat všemi prostředky proti rozšiřování přenosných chorob a škůdců zavlečených z ohnisek nákaz a proti vzniku kalamit. Opatření se proto neomezují jen na zákaz přemisťování napadeného rostlinného materiálu, ale i na přímé ničení škůdců nebo onemocnělých, po případě přímo ohrožených rostlin, i když přitom dochází k určitým okamžitým ztrátám. V některých případech je nutno některé druhy plodin vyloučit z osevního postupu, aby šíření karanténních chorob a škůdců bylo znemožněno. Podobně je zakázána výsadba rostlin na pozemcích delší dobu zamořených nebezpečnými patogenními organismy nebo škůdci (např. je zakázáno vysazovat brambory na polích zamořených háďátkem nebo rakovinou). Speciálními předpisy jsou upraveny též dopravní podmínky při nutném převážení zamořeného materiálu (např. převoz brambor napadených rakovinou do průmyslových podniků ke zpracování), kultivační zá-

sahy na zamořených pozemcích, zpracování onemocnělých rostlin a rostlinných produktů apod.

O zásadách fytokarantény a jejich cestách pojednává šířeji Braun (1952), McCubbin (1954).

ŠLECHTITELSKÉ METODY V OCHRANĚ ROSTLIN

Mezi nepřímé způsoby ochrany proti chorobám, vyvolaným činiteli biotickými i abiotickými, a proti škůdcům patří šlechtění na odolnost.

K šlechtění na odolnost se ochrana rostlin zaměřuje zejména v takových případech, kdy přímý boj se škodlivým činitelem cestou chemickou ani jinými prostředky není možný nebo není dosud známý, po případě je obtížný a nákladný. Šlechtění na odolnost se však zejména v novější době provádí i u těch plodin, u kterých jsou jiné způsoby ochrany možné, a to proto, že při užívání odolných odrůd odpadají všechna nebo alespoň většina opatření na ochranu rostlin; odpadají tedy náklady na provádění zákroků i na přípravky a odpadá i poškození porostu, k němuž někdy při ošetření rostlin dochází.

Nevýhodou šlechtitelských metod je poměrná zdlouhavost celého procesu (vlastní šlechtění a následné zkoušení před uznáním odrůdy). Další okolností znesnadňující šlechtění na odolnost a často brzy znehodnocující jeho výsledky je diferenciace parasitů na biotypy a vznik nových biotypů, napadajících dosud odolné odrůdy (typickým příkladem jsou obilní rzi).

Bližší viz ve speciální literatuře (Roemer et al. 1938).

Literatura

Allen M. C., Haenseler C. M.: Antagonistic action of Trichoderma on Rhizoctonia and other soil fungi. Phytopathology 25: 244—252, 1935.

Appel O., Gassner G.: Ein neuer Apparat zur einfachen Durchführung der Heisswasserbehandlung des Saatgutes. Mitt. Biol. Reichanst., Heft 3, 1907.

Appel O., Riehm E.: Die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen und Gerste. Arb. Kön. Biol. Anst. Land- und Forstw. 8: 426, 1911.

Aebi J., Ingold C. F.: La prévention du charbon nu du froment et de l'orge. Rev. rom. Agric. 7: 61—64, 1951.

Baudyš E., Říha J.: Moření hlíz bramborových. Sborník VÚZ., sv. 4, 1924.

Bawden F. C., Hamlyn B. M. G., Watson M. A.: The distribution of viruses in different leaf tissues and its influence on virus trasmission by aphid. Ann. appl. Biol. 41: 229—239, 1954.

Berezova E. F.: Bakterizacija semjan metod borby s boleznjami lna. Mikrobiologija 8: 186—197, 1939.

Berthold T.: Zur Verhütung der Wildfeuerkrankheit im Tabaksaatbeet. Mitt. dtsch. landw. Ges. 47: 784—785, 1932.

Blattný C., Osvald V.: Jen zdravý a jakostní chmel. Praha 1950.

Bovey R.: Quérison de fraisiers, atteinds de virus par traitement thermique. Ann. agric. Suisse 68: 1041—1047, 1954.

Braun H.: Absperrmassnahmen (Quarantäne). Handbuch der Pflanzenkrankheiten VI. Band, I. Lief., 2. Aufl. 374—417. Berlin und Hamburg 1952.

Brian P. W., Wright J. M., Stubbs J., Way A. M.: Uptake of antibiotic metabolites of soil microorganisms by plants. Nature Lond. 167: 347—349, 1951.

Brückner F.: Jak nejlépe využít formalinu k moření proti prašné sněti ovesné. Za vys. úrodu 5: 143—144, 1957.

Bunt A. C.: Steam pressure in soil sterilisation. J. hortic. Sci. 29: 89—97, 1954.

Butkevič V. V.: Sterilisacija počvy. Moskva 1950.

Byars L. P., Gilbert W. W.: Soil disinfection by hot water to control the root-knot nematode and parasitic soil fungi. U. S. Dept. Agr. Bull. 18, 1920.
Canham A. E.: Electrode soil sterilizing. Electr. Research Assoc. Tech. Report W/T 21, 1951.
Chambers J.: Heat therapy of virus-infected raspberries. Nature 173: 595—596, 1954.
Čuri J.: Pôsobenie mikroelementov na rast, výnos a odolnost proti chorobám u rajčín. Dipl. práce VŠZ, Praha, 1954.
Davis D.: Inducing disease resistance with plant growth-regulators. Phytopathology 43: 137—140, 1953.
Davydov P. N.: Primenenije mikolitičeskich bakterij v borbe s amerikanskoj mučnistoj rosoj kryžovnika i nekotorymi drugimi boleznjami rastenij. Dokl. vsesojuz. Akad. sel. choz. Nauk Lenina 16: 35—38, 1951.
Fedorinčik N. S., Vanderflaas L. K.: Vlijanije antagonističeskoj aktivnosti počvennogo griba *Trichoderma lignorum* Harz na povyšenije urožaja seľskochozjajstvennych kultur. Trudy vsesojuz. inst. zašč. rastenij. Moskva, 1954.
Felber I. M., Hamner C. L.: Control of mildew on bean plants by means of an antibiotic. Bot. Gaz. 110: 324—325, 1948.
Fisher W.: Radioisotope in Phytopathologie und Pflanzenschutz. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart 9: 88—94, 1957.
Gassner G.: Neue Wege zur Bekämfung des Weizenflugbrandes durch Beizung. Phytopath. Z. 5: 407—434, 1933.
Gassner G.: Beizung und Entseuchung von Saat- u. Pflanzgut. Handbuch der Pflanzenkrankheiten VI. Bd., I. Lief. 2. Aufl. 334—373, Berlin und Hamburg, 1952.
Gassner G.: Über primäre u. sekundäre Beizwirkung. Angew. Bot. 9: 60—70, 1927.
Gassner G., Kirchhoff H.: Die Bedeutung der Wasseraufnahme des Weizenkorns, insbesondere des Weizenembryos für Wirkung und Wirkungsweile des Warmwassertauch- und Benetzungsbeize. Phytopath. Z. 9: 229—258, 1936.
Gäumann E.: Pflanzliche Infektionslehre. 2. Aufl., Basel 1951.
Groosthevoy S. E., Lewych P. M.: The possibility of obtaining seedbed soil fre fr. inf. in compost heaps. Bull. Všesv. Inst. Tab. i Machor. Promysl Krasnodar 141: 42, 1940. Cit. podle Gassnera, 1952.
Guillemat J.: Les maladies vehiculeés par les semences. Bull. Techn. Inform. 62: 383—391, 1951.
Gupta B. M., Price W. C.: Production of plant virus inhibitors by fungi. Phytopathology 40: 642—652, 1950.
Hassebrauk K.: Abschliessende Untersuchungen über die feldmassige Verwendungsmöglichkeiten von p-toluol-sulfonamid als innertherapeutisch wirkendes Getreiderostbekämpfungsmittel. Phytopath. Z. 12: 509—510, 1940.
Hebert T. T.: A new method of controlling loose smut of barley. Plant Dis. Reptr. 39: 20—22, 1955.
Hebert T. T.: Mode of action of the wet anaerobic treatment for the control of loose smut in barley. Phytopathology 46: 14, 1956.
Hoestermann: Bericht über die Tätigkeit der wissenschaftlichen Institute. Brandbekäpfungsversuch. Landw. Jahrb. 45, Erg.-Bd. I, str. 107—111, 1913.
Hollrung M.: Das Lauwasserbad als Entbrandungsmittel. Fühlings. landw. Ztg. 70: 96—110, 1921.
Isaac I.: Studies in the antagonism between Blastomyces luteus and species of *Verticillium.* Ann. appl. Biol. 41: 305—310, 1954.
Jensen J. L.: The propagation and prevention of smut in oats and barley. J. Royal. Agric. Soc. of England 2. Reihe, 24: 397, 1888. Cit. podle Gassnera, 1952.
Joenichen H., Heimann H.: Untersuchungen über eine Anwendungsmöglichkeit des Ultraschalls in der Phytotherapie. Phytopath. Z. 23: 419—462, 1955.
Jones L. H.: Eradication of nematodes and parasitic fungi in greenhouse soils. Mass. Ent. Stat. Bull. 247, 1929.
Kalašnikov K. J.: Boj proti prašné sněti pšeničné. (Překlad) Praha, 1956.
Kassanis B.: Heat inactivation of leaf-roll virus in potato tubers. Ann. appl. Biol. 37: 339—341, 1950.
Köhler E., Klinkowski M.: Viruskrankheiten. Handbuch der Pflanzenkrankheiten, II. Bd., 1. Lief., 6. Aufl., Berlin, 1954.
Köhler H.: Antibiotika und ihre Bedeutung in der Pflanzenpathologie. NachrBl. dtsch. PflSchDienst. Berlin 7: 12—18, 72—78, 108—113, 1953.
Kotte W.: Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung. Berlin, 1952.

Krasilnikov N. A.: Mikroby-antagonisty i antibiočeskije veščestva kak faktory ustojčivosti rastenij k infekcijam. Dokl. Akad. Nauk SSSR 44: 1177—1180, 1954.
Kress H.: Erfolgreiche Jarowisation von Sommergetreide und Süsslupinen. Die deutsche Landwirtschaft, 4: 14—20, 76—81, 1953.
Kress H.: Die Jarowisation von Wintergetreide und ihr Wert als pflanzenbauliche Massnahme. Die deutsche Landwirtschaft, 5: 474—479, 1954.
Kunkel L. O.: Potato witsches-broom transmission by dodder and cure by heat. Proc. Amer. Philosoph. Soc. 86: 470—475, 1943. Podle Köhlera a Kinkowského, 1954.
Kunkel L. O.: Heat inactivation for the cure of peach yellows and other virus diseases of peach. Phytopathology 26: 809—830, 1936.
Lambin A. Z.: Vlijanie doposednoj obrabotki semjan rastvoranii mirkoelementov na urožaj seľskochozjajstvennych rastenij. Mikroelementy v žizni rastenij i životnych, str. 380—399, Moskva 1952.
Lasík J.: Výroční zpráva o činnosti mikrobiologického oddělení Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Ruzyni u Prahy, 1953.
Lehman S. G.: Studies on treatment of cotton seed. North Carolina Agron. Exp. Stat. Tech. Bull. 26, 1925.
Limasset P., Darpoux H.: Pricipes de pathologie végétale. Paris, 1951.
Marcinowski: Arbeiten aus der Kaiserl. Biolog. Anst., Bd. 7, 1909. Podle Trapmanna, 1927.
McGubbin W. A.: The Plant Quarantine problem. Waltham, Mass., 1954.
Meyers W. M., Ausemus E. R., Koo F. K. S., Hsu K. J.: Resistance to rust induced by ionizing radiations in wheat and oats. Proc. of the Intern. Conf. in Geneva 1955, Vol. 12 — A/Conf. 8/P/103, New York, 1956. Podle Fischera 1957.
Myczynski K. A.: Badanie nad zmiannością virusa zemniacznego „X" pod wpływem ultradźwieku. Acta Soc. Bot. Polon. 23: 289—320, 1954.
Miège C.: The disinfection of the soil. Ann. Serv. Epiphyt. 5: 94, 1918. Cit. podle Thiema, 1939.
Müller K. O., Munro J.: The reaction of virus infected potato plants to *Phytophthora infestans.* Ann. appl. Biol. 38: 765—773, 1951.
Naumov N. A.: Bolezni seľskochozjastvennych rastenij. Moskva, 1952.
Newhall A. G., Nixon M. W.: Disinfecting soils by electric pasteurisation. Corn. Univ. Agr. Exp. Stat. Bull. 636, 1935.
Novák B., Dvořáková H.: Potlačení některých fytopatogenních hub azotobakterem. Sborník ČSAZV, Roslinná výroba, 28: 304—306, 1955.
Novogrudskij D. M.: Ispoľzovanije mikrobov v borbe s gribkovymi zaboljevanijami kulturnych rastenij. Izv. Akad. Nauk SSSR. Ser. biol. 11: 272—293, 1936.
Novogrudskij D. M.: O bakterijach, proizvodjaščich lizis gribov. Mikrobiologija 6: 9—10, 1937.
Pape H.: Die Praxis der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Zierpflanzen. Berlin, 1932.
Peklo J.: Z boje proti infekčním chorobám bramborů: strupovitosti, vločkovitosti a plísni bramborové. Zemědělský archiv 32: 505—534, 1941.
Peklo J.: Zemědělská fytopatologie. Skripta. Praha, 1947.
Peredelskij I. V.: Problema elektrotechničeskich mer borby s vrednymi nasekomymi. Uspechy sovremenoj biologii, 41: 228—245, 1956.
Petri L.: Un batterio parassito de alcuni Phytophthoreae. Boll. R. Staz. Patol. Veget. n. s. 7: 457—464, 1927.
Pichler F.: Zur Frage der Wärmewasserbehandlung des Saatgutes bei der Flugbrand-Bekämpfung. PflSchBer. 17: 1—26, 1956.
Pichler F., Wöber A.: Bestrahlungsversuche mit ultraviolettem Licht, Röntgenstrahlen und Radium zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Zbl. Bakt. Abt. II, 57: 319—327, 1922.
Poljakov J. M.: Chimičeskij metod borby s pylnoj golovnej pšenicy pri pomošči „Rodana". Dokl. vsesojuz. Akad. seľ.-choz. Nauk Lenina 15: 27—35, 1950.
Pyenson L.: Elements of Plant Protection. New York, 1951.
Raalte M. H. van: Investigation on plant chemotherapy. Mededelingen Landbouwhogeschool Gent 20: 543—555, 1955.
Roemer T., Fuchs W. H., Isenbeck K.: Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Berlin, 1938.
Sachtleben H.: Biologische Bekämpfungsmassnahmen. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. VI. Bd., II. Halbbd., 6. Aufl., Berlin, str. 1—120, 1941.

Sarasola A.: Producing resistence to *Helminthosporium sativum* in wheat and barley seedlings by treating the seed with cooper sulfate. Phyton 1: 47—67, 1951.
Schlegel D. E., Gold A. H., Rawlins T. E.: Suppresing effect of radioactive phosphorus or symptoms and virus content of mosaic tobacco plants. Phytopathology 43: 206—209, 1953.
Schmidt H. A.: Jarowisation und Getreidebeizung. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Berlin 9: 33—35, 1955.
Schwartz M.: Arbeiten aus der Kaiserl. Biolog. Anstalt, Bd. 8, 1911. Podle Trapmanna, 1927.
Seidl V.: Rhizoctoniové padání pařeništních rostlin. Kand. dis. práce VÚRV Ruzyně, 1956.
Slogteren van E.: Een ander over het Geelziek der Hyacinthen. Weekbl. vor Bloembollencultur, 1925. Cit. podle Gassnera, 1952.
Slogteren van E.: Warm-waterbehandeling van narcissen en bolrot. Weekblad voor Bloembollencultur 42: Nr. 15, 1931.
Slogteren van E., Thomas K. S.: Smeul, een Tuplenziekte usw. Weekblad voor Bloembollencultur 41, No 15, 1930.
Small W.: Rhizoctonia foot-rot of the tomato. Ann. Appl. Biol. 14: 290—295, 1927.
Smith W. L.: Seed treatment with streptomycin for the control of bacterial blight of beans. Abstr. v Colo.-Wyo. Acad. Sci. 4: 49, 1949. Podle Rev. appl. Mycol. 29: 600, 1950.
Störmer K.: Über die Methoden zur Bekämpfung der Flugbrandarten. Fühlings landw. Ztg. 60: 145—147, 1912.
Thiem H.: Entseuchungsmassnahmen. a) Bodenentseuchung. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Bd. VI., I. Haldbd. 1. Aufl. Berlin, str. 131—210, 1939.
Thirumalachar M. J.: Inactivation of potato leaf roll by high temperature storage of tubers in Indian plains. Phytopath. Z. 22: 429—436, 1954.
Tokin B. P.: Fitoncidy, Moskva 1948.
Trapmann W.: Schädlingsbekämpfung. Leipzig, 1927.
Tubeuf C. von: Biologische Bekämpfung von Pilzkrankheiten der Pflanzen. Naturw. Z. Forst-Landwirtsch. 12: 11—19, 1914.
Tubeuf C. von: Blasenrost der Weymouthkiefer. Z. PflKrankh. 36: 143—146, 1926.
Tweit M., Wood R. K. S.: The control of *Fusarium* blight in oat seedlings with antagonistic species of Chaetomium. Ann. Appl. Biol. 43: 538—552, 1955.
Tyner L. E.: The control of loose smut of barley and wheat by Spergon and by soaking in water at room temperature. Phytopathology 43: 313—316, 1953.
Tyner L. E.: Control of loose smut of barley by chemical and physical treatments. Sci. Agric. 31: 187—192, 1951.
Tyner L. E., Russel R. C.: Control of loose smut in barley by ultrachloro-parabenzoquinone (Spergon S. L.). Plant Dis. Reptr., 36: 180—181, 1952.
Ujevič I.: Nový způsob boje proti *Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. et Magn. Bri. et Cav.), původci anthraknosy fazolů. Vědecké práce VÚRV Ruzyně 3: 187 až 211, 1957.
Utech M., Johnson J.: The inactivation of plant viruses by substances obtained from bacteria and fungi. Phytopathology 40: 247—265, 1950.
Weindling R.: Some factors influencing the character of infection between *Trichoderma* and other soil fungi. Phytopathology 24: 1140—1141, 1934.
Weindling R.: Microbial antagonism and disease control. Soil. Sci. 61: 23, 1946.
Weiss F.: The relation of the hot-water treatment of narcissus bulbs to basal rot. Phytopathology 19: 100, 1929.
Wiesner F.: Rychlení zeleniny. Praha, 1955.
Winter A. G.: Weitere Beobachtungen über das Zusammenleben von *Ophiobolus graminis* und anderen Bodenmikroben mit Hilfe der Aufwuchtplatten. Arch. Mikrob. 14: 588, 1950.
Wollenweber H. W.: Der Kartoffelschorf. Berlin, 1920.
Woodburg G. W.: Radio frequency heat for seeds. Idaho agric. science 40: 4, 1955.
Zakopal J., Staněk M., Spitzová B.: Desinfekce půdy zamořené rakovinou bramborů. Sborník ČSAZV — Rostl. výroba, 28: 713—722, 1955
Zemánek J., Bartoš P.: Moření ječmene proti prašné sněti (*Ustilago nuda*) Jens. (Rostr.) chemickými látkami. Sborník ČSAZV — Rostl. výroba, 29: 107—124, 1956a.

Zemánek J., Bartoš P.: Vztah mezi chemickou strukturou a účinností některých látek při potírání prašné sněti ječmenné metodou dlouhodobého máčení. Sborník ČSAZV. Rost. výroba 29: 1233—1240, 1956b.
Zemánek J., Bartoš P.: Nové způsoby ochrany proti prašné sněti ječmenné. Sborník ČSAZV — Rostlinná výroba, 30: 1—12, 1957.
Žuravlev H. I.: Poleganije sejancov. Moskva, Leningrad, 1953.

PŘÍPRAVKY PROTI PARASITNÍM CHOROBÁM ROSTLIN

Pojem a rozdělení

Použití chemických přípravků v ochraně rostlin poskytuje možnost bojovat proti různým chorobám, tedy také proti chorobám způsobeným parasitními houbami. Přípravky sloužící k potírání cizopasných hub se nazývají fungicidy (houbomorné).

Fungicidy, tak jako celá ochrana rostlin, prošly dlouhým vývojem od primitivních domáckých prostředků až po dnešní, vědecky podložené přípravky. S rozvojem chemického průmyslu a pokrokem vědy v oboru mykologie se pracovalo systematicky také na fungicidech, takže vývoj i zde značně pokročil. Nedošlo však k takovým změnám jako ve skupině insekticidů. Ve složení fungicidů jsou stále základními látkami původní účinné látky v různých sloučeninách a obměnách jak anorganických, tak i organických. Teprve v posledních letech se začínají do sortimentu fungicidních přípravků zavádět přípravky na basi nových, čistě organických látek, aby byla získána náhrada za drahé fungicidy založené na basi rtuťnatých, měďnatých a sirných sloučenin, které z větší části musíme dovážet.

Použitelnost fungicidů v ochraně rostlin je poněkud jiná než u insekticidů, protože i parasit je zde jiného původu. Stavba těla a fysiologické životní funkce houbového parasita jsou velmi příbuzné hostiteli, rostlině. Z toho důvodu mnohé látky sice ničí parasita a jeho zárodky (spory, podhoubí), ale současně poškozují i rostlinu, která má být ošetřena — jsou fytotoxické. Proto při výběru fungicidních látek záleží na tzv. chemoterapeutickém indexu. Je to poměr toxicity přípravku na parasita k toxickému účinku na rostlinu.

$$\text{Chemoterapeutický index} = \frac{\text{dosis curativa}}{\text{dosis toxica}} < 1$$

Tento index má být optimální, tj. poměr toxicity přípravku pro houbu nebo její zárodek k toxickému účinku na rostlinu musí být podstatně menší než 1; jinak se přípravku nemůže v ochraně rostlin použít jako fungicidu.

Fungicidy čili látky houbomorné jsou tedy takové, které působí zhoubně na parasitní houby a jejich zárodky a při tom nepoškozují rostliny. Účinek fungicidů záleží v tom, že jsou schopny rozrušovat a umrtvovat podhoubí parasitních hub a zabraňovat vyklíčení jejich výtrusů. Po nanesení fungicidu na rostliny se tedy parasitní houba nemůže dále rozšiřovat a zárodky (spory), zanesené na rostlinu např. větrem, na ní nemohou vyklíčit. Z toho důvodu se fungicidů používá hlavně k potírání houbových chorob kulturních rostlin v počátečních stadiích nebo k preventivně profylakčním zákrokům u rostlin ohrožených houbovou nákazou.

Formy aplikace fungicidů

Pro použití v praxi je nutno volit podle potřeby fungicidní přípravky v různé formě. Tato forma má být přizpůsobena kultuře, parasitu a vnějším podmínkám. Nejužívanější formy fungicidů jsou postřiky a popraše.

Postřiky

Postřiky dělíme z hlediska fysikálně chemického na pravé roztoky, suspense a koloidní roztoky.

Pravé roztoky vznikají úplným rozpuštěním pevné látky v rozpustidle, kterým bývá zpravidla voda. Vzniklý roztok má být čirý a bez usazenin (např. roztok modré skalice ve vodě). Používá-li se vody jako rozpustidla, doporučuje se voda měkká (dešťová), hlavně v těch případech, kdy se pro lepší smáčivost přidává mýdlo, které se v tvrdé vodě sráží.

Suspense jsou heterogenní útvary, vytvářené malými částečkami pevné účinné látky, které se po rozmíchání vznášejí ve vodě nebo jiné tekutině. Tyto částice lze pouhým okem rozeznat a také se svou vlastní váhou z tekutiny vylučují, usazují. Po delší nebo kratší době se pevná fáze (částečky) suspense úplně usadí na dně nádoby. Nahoře zůstává čistá tekutina a dole na dně usazenina. Jakost suspense se posuzuje podle rychlosti usazování (sedimentace). Sedimentace se vyjadřuje v procentech účinné látky zůstávající v suspensi za určitou časovou jednotku, např. za 5, 15, 30 minut atd. Pro suspensní přípravky jsou sedimentace normovány mezinárodními normami.

Podle těchto norem má v suspensi zůstat např. u měďnatých přípravků po 5 min. 70 %, po 15 min. 55 % a po 30 min. 50 % účinné látky; u sirného přípravku Sulikol je norma za 30 min. 66 %, za 120 min. 60 % účinné látky. Je-li usazování rychlejší, než určují normy, pak se podle zkušeností účinnost přípravků značně snižuje. Je tedy nutno v takovém případě k postřiku používat jen stroje se stálým mícháním postřikové tekutiny.

Koloidní roztoky jsou tzv. nepravé roztoky, v nichž pevná látka není rozpuštěna, ale tvoří jemnou suspensi nepatrných, okem nepostřehnutelných mikroskopických částeček, které se prakticky neusazují. Roztoky jsou proto kalné, koloidní částice pro svou nepatrnou váhu stále vzplývají v tekutém rozpustidle. Jsou 0,1—2 μ veliké a pod mikroskopem jeví tzv. Brownův pohyb, čímž se rozlišují od normálních suspensí.

Popraše

Popraše jsou jemně práškovité přípravky složené ze směsí účinné látky (fungicidu) a vhodného práškovitého plnidla. Tato směs se připravuje ve zvláštních mlýnech a bývá někdy doplněna adhesivními přísadami, které dodávají přípravku lepší přilnavost, aby z objektu, kam byl nanesen, tak rychle neopadal. Jako plnidla se používá práškovitého talku, kaolinu, křídy a jiných inertních látek. Účinnost poprašů je závislá na velikosti částic, na homogenitě promíšení účinné látky s nosným plnidlem a na přilnavosti k poprašovanému objektu. Ke zvýšení přilnavosti se přidávají k poprašům ještě adhesivní přísady, jako minerální olej, hydrofobní vápenatá mýdla mastných kyselin aj. Na přilnavost mají také značný vliv tvar a velikost částic; destičkovité a ostrohranné částice mají lepší přilnavost nežli oblé

nebo kulaté (např. mletá síra na rozdíl od sirného květu). Částice o průměrné velikosti 5—10 μ mají nejlepší přilnavost, kdežto menší částice se již shlukují v hrudky. Podle způsobu použití nebo podle konstrukce poprašovacího stroje je nutno volit i velikost částic, která závisí na jakosti mletí. Jinou jemnost mletí potřebujeme pro pozemní poprašovací stroje a jinou pro letecké poprašování. Při pozemních strojích má být popraš co nejjemnější, pro letecký zásah poněkud hrubší, aby nebyl odnášen mimo ošetřovanou kulturu. Jemnost poprašů se zjišťuje sítovými zkouškami a pro prosev jednotlivých přípravků platí příslušné normy.

Výhodou poprašů je možnost rychlého zásahu v čas potřeby. V krajích s nedostatkem vody odpadá transport vody na místo použití, jakož i zdlouhavá příprava postřikových jích. Nevýhodou poprašů je poměrně krátká doba účinnosti na rostlině; nálet přípravku se totiž dá snadněji smýt deštěm, rosou apod. Proto také je nutné zákrok častěji opakovat.

Přehled fungicidů

Z praktického hlediska je možno dosud užívané fungicidy rozdělit na:

1. rtuťnaté
2. měďnaté
3. sirné
4. organické

Rtuťnaté fungicidy

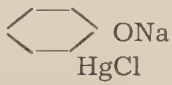
Rtuťnatých fungicidů se používá hlavně jako účinných látek k výrobě mořidel osiva. V poslední době se v cizině zavádějí s dobrým výsledkem rtuťnaté fungicidy k postřiku ovocných stromů proti strupovitosti (fusicladiu) a jiným houbovým chorobám. Zdá se však, že v našich poměrech tyto přípravky nemají zvláštní vyhlídky.

Mořidla osiv jsou chemické přípravky sloužící k ochraně osiva hospodářských rostlin proti původcům parasitních chorob a jejich zárodků, kteří se vyskytují na povrchu semene, na kořenech nebo v půdě. K chorobám, které je možno rtuťnatými mořidly potírat, náleží některé druhy sněti, jako sněť mazlavá pšeničná [*Tilletia caries* (DC.) Tul.], tvrdá nebo krytá sněť ječná [*Ustilago hordei* (Pers.) Kell. et Sw., krytá sněť ovesná [*Ustilago levis* (Kellerman et Swingle) Magnus] aj. Dále jsou to: pruhovitost ječná (*Helminthosporium gramineum* Rab.), plíseň sněžná [*Fusarium nivale* (Fr.) Ces.], spála řepná, vyvolávaná houbou [*Phoma betae* (And.) Frank.] a mnoho jiných původců houbových chorob rostlin. Moření osiva, stejně jako používaná mořidla, prodělalo dlouhý vývoj. Původní moření osiva bylo vlastně jen určitým způsobem čištění osiva, které se přehazovalo přes plamen, máčelo ve víně nebo močůvce a současně se sbírala vyplavená chorobná a plevelná zrna apod. Nejstarším mořidlem proti mazlavé sněti v chemickém smyslu bylo vápenné mléko (hydroxyd vápenatý). Osivo se máčelo ve vápenném mléce, plevel a klubíčka sněti se s povrchu tekutiny sbíraly a pálily. Dnes je známo, že hydroxyd vápenatý nemá zvláštní fungicidní vlastnosti.

Zmíněné primitivní způsoby moření osiva byly založeny pouze na zkušenostech, protože tehdy nebyly ještě známy původci chorob. Teprve Tillet dokázal, že mazlavá sněť pšeničná je chorobou přenášenou na obilkách sporami. Prévost (1807, podle Horstfalla 1945), zjistil, že

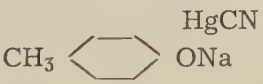
již velmi slabé roztoky měďnatých solí zabraňují klíčení spor sněti mazlavé. Tento objev se stal podkladem pro všeobecné moření pšenice modrou skalicí proti sněti mazlavé, zavedené v r. 1850 v Německu Kühnem. Modrá skalice $CuSO_4 . 5$ aq. však není universálním mořidlem. Osivo pšenice se s úspěchem mořilo proti této sněti máčením v 0,5—1% roztoku modré skalice, avšak přitom značně ztrácelo klíčivost. Ke konci minulého století byl zaveden jako mořidlo osiva formalin hlavně k potírání prašné sněti ovesné (viz organické fungicidy).

Počátkem tohoto století přechází vývoj mořidel ke rtuťnatým sloučeninám. Jako první byl do praxe zaveden sublimát $HgCl_2$ v Německu Hiltnerem. Používalo se ho ve vodném roztoku v 0,1% koncentraci k mokrému moření máčením po dobu 15 minut proti sněti mazlavé a plísni sněžné a po dobu 30 minut proti pruhovitosti ječné. Přitom bylo zjištěno, že rtuťnaté sloučeniny mají na rostliny značné účinky stimulační. V roce 1915 byla zavedena jako mořidlo první organická sloučenina rtuti. Bylo zjištěno, že organické sloučeniny rtuťnaté mají při nižším obsahu rtuti silnější fungicidní vlastnosti, lepší chemoterapeutický index a výhodu nižší toxicity. První mořidlo na této basi byl Uspulun, zavedený v Německu. Jeho účinnou složkou byl oxy-fenyl-merkurichlorid ve formě sodné soli a obsahoval asi 18 % váhových rtuti proti 74 % v sublimátu. Uspulun splňoval požadavek dobré účinnosti na zárodky parasitních hub a při tom nesnižoval klíčivost osiva. Osvědčil se zejména velmi dobře k desinfekci půdy, a proto je k ní v Německu do dneška používán.



Uspulun

V roce 1920 přišlo v Německu do oběhu nové mořidlo zn. Germisan na podkladě sodné soli kresol-merkuri-kyanidu s obsahem asi 16 % Hg, kterého se používá do dneška k moření máčením, kropením a vlhčením. Tato látka je také podkladem čs. mokrého mořidla zn. Agrostan.



Germisan, Agrostan

Postupně byla nalezena celá řada nových organortuťnatých fungicidů. Bylo zjištěno, že účinnost rtuťnatého fungicidu není přímo závislá na množství rtuti ve sloučenině, nýbrž na její organické vazbě ve fungicidu. Tento poznatek byl základem dalších prací v tomto směru. Tak byly získány nové fungicidy s poměrně nízkým obsahem rtuti a vysokou účinností, arylové a zejména alkylové sloučeniny rtuti. Z arylových sloučenin jsou to např. fenyl-merkuriacetat, který je aktivní součástí suchého mořidla Ceresan, fenyl-merkuribromid, účinná složka čs. mořidla Agronal a merkuri-pyrokatechin, který je podkladem nového Germasinu aj.

Ceresan

Agronal

Z alkylových sloučenin rtuti se zvlášť uplatnily: ethyl-merkurichlorid C_2H_5 . HgCl, který je účinnou složkou nového německého mořidla Abavit a sovětského mořidla Granosan, dále ethyl-merkurifosfát $(C_2H_5 . Hg)_3 . PO_4$, který je obsažen v sovětském mořidle NIUIF 1 a v americkém Ceresanu. Z dalších alkylderivátů rtuti jsou to metoxy-ethyl-merkurichlorid $CH_3 . O . C_2H_4 . HgCl$ a metoxy-ethyl-merkurisilikát $(CH_3O . C_2H_4 . Hg)_3$ H SiO_4, jež jsou podkladem nynějšího německého mořidla Ceresan. Zvláštní těkavostí a fumigačním účinkem je charakterisována sloučenina:

$$CH_3Hg - NH - C - NH - CN$$
$$\parallel$$
$$NH$$

methyl-merkuri-dikyandiamid, která je účinnou složkou švédského mořidla Panogen. Všechny alkylové rtuťnaté sloučeniny mají víceméně fumigační účinky, proto jsou součástí tzv. universálních mořidel, tj. mořidel, která účinkují proti většině parasitů přenášených semenem nebo žijících v půdě. Arylové a alkylové rtuťnaté fungicidy umožnily snížit obsah rtuti v mořidlech až na 2—3 % váhová a tím zvýšit hospodárnost a snížit toxicitu pro člověka na nejmenší možnou míru.

Podle způsobu použití se k moření osiva užívá suchých a mokrých mořidel. Suchá mořidla obsahují účinný nerozpustný fungicid ve formě homogenní směsi s neutrálním plnidlem, talkem, kaolinem aj. Suché moření se provádí mísením osiva s určitým předepsaným množstvím mořidla ve zvláštních strojích (mořicích bubnech), aby se semeno dokonale obalilo souvislým filmem suchého mořidla. Toto mořidlo působí v půdě fungicidně na zárodky parasitních hub na obilce a v její těsné blízkosti, takže ji chrání proti infekci. Mokrá mořidla obsahují fungicidní látku v rozpustné formě a osivo se moří ve vodném roztoku mořidla máčením, kropením nebo vlhčením. Mokré osivo je nutno před setím usušit, pouze při tzv. rychlém způsobu moření, tj. vlhčení, je možno mořené zrno ihned vysévat. Moření osiva je v dnešní době všeobecně běžné. V ČSR je moření osiva podle zákona povinné.

Obou druhů mořidel, suchých i mokrých, se také hojně používá k desinfekci půdy v zahradnictví, hlavně proti parasitním houbám *Phoma* sp., *Fusarium* sp., *Pythium* sp. aj., které jsou příčinou padání sazenic, např. v pařeništích. Také se jich používá k desinfekci sazenic např. košťálovin proti hlence kapustové (*Plasmodiophora brassicae* Wor.), dále proti boulovitosti kořenů ovocných stromů vyvolávané bakterií *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn aj. Půda se desinfikuje zálivkou 0,1 až 0,25% roztoky mokrých mořidel v dávce 10 litrů na 1 m_2 nebo poprašováním povrchu půdy suchými mořidly dávkou 5 g/m^2. Sazenice nebo kořeny stromků se desinfikují před sázením namáčením do kaše z hlíny a 0,1—0,25% vodného roztoku mokrého mořidla.

Měďnaté fungicidy

Měďnaté sloučeniny jak anorganické, tak i organické jsou silnými fungicidy pro mnoho parasitních hub s výjimkou skupiny padlí. Z toho důvodu mají tyto látky význačné postavení ve fytofarmacii. Používá se jich ve formě postřiků i poprašů. Fungicidní vlastnosti mědi a jejích sloučenin byly objeveny náhodně a bylo jich využito po prvé ve Francii v r. 1882 v ochraně révy vinné. Smíšením roztoku modré skalice s vápenným mlékem byla připravena postřiková jícha nazvaná bordeauxská, jíž bylo použito v boji proti peronospoře révy vinné [*Plasmopara viticola* (B. et C.) Berl. et de T.].

Dnešní forma bordeauxské jíchy, která je nejznámějším měďnatým fungicidem, je dána vědecky podloženým předpisem. Používá se jí v době vegetace podle potřeby v 0,5—2% koncentraci (podle obsahu) modré skalice. Ve zvláštních nádobách se odděleně připravují roztoky modré skalice a vápenného mléka a v další nádobě (sudu) se pak oba roztoky mísí. Je velmi důležité přesně dodržovat postup přípravy, neboť na tom závisí fysikální vlastnosti a tím do značné míry i účinnost hotového přípravku. Na 1% bordeauxskou jíchu se dává na 50 litrů vody 1 kg krystalické modré skalice, která se napřed může rozpustit v malém množství teplé vody, pak doplní na 50 litrů, nebo se na drobno roztlučená modrá skalice zavěsí v plátěném sáčku přes noc do nádoby s 50 litry vody. V druhé nádobě se připraví vápenné mléko vyhašením ½ kg kusového páleného vápna nejprve v menším množství vody, které se pak doplní na 50 litrů. Není-li kusové vápno k disposici, je možno použít i vápenné kaše z jámy. V tom případě je nutno vzít dvojnásobné až trojnásobné množství, tj. 1 až 1,5 kg vápenné kaše. Těsně před použitím se připraví postřiková jícha. Roztok modré skalice se lije tenkým proudem za stálého míchání do vápenného mléka; vznikne blankytně modrá jícha koloidního charakteru, která má být slabě alkalická. Reakce se zkouší lakmusovým papírkem, který musí zmodrat, nebo fenolftaleinovým papírkem, který červená. Podle amerického předpisu se bere na 1 kg modré skalice 1 kg kusového páleného vápna.

Chemicky se proces tvorby bordeauxské jíchy nedá přesně zachytit, protože se skládá z několika fází. Při přebytku vápna, který je naprosto nutný (z toho důvodu se lije roztok modré skalice do vápenného mléka), vznikají postupně komplikované adhesní sloučeniny, z nichž poslední fáze je podle Wöbera (v Trappmanovi 1927) charakterisována vzorcem:

$2\,CuSO_4 . Cu(OH)_2 . Ca(OH)_2$ ve směsi s $CuSO_4 . 4\,Cu(OH)_2 . 3\,Ca(OH)_2$

Tyto ve vodě nerozpustné sloučeniny, vznikající jen při správném postupu, tvoří koloidní roztoky o velikosti částic 3—4 μ. Stáním ztrácejí částečky zakrátko svůj koloidní charakter a tvoří krystalické shluky, které se pomalu usazují na dně nádoby. Z toho důvodu je nutno bordeauxskou jíchu připravovat vždy čerstvou, před použitím, nikdy ne do zásoby. Bordeauxská jícha nemá stát hotová déle než několik hodin, protože změnou fysikálních vlastností se stává méně účinnou a sražené vločky mohou dokonce ucpávat trysky stříkačky. Částečně lze trvanlivost bordeauxské jíchy zvýšit přísadou tzv. ochranných koloidů, např. Adhesinu, cukru, melasy 100 až 200 g nebo 1 litru odstředěného mléka na 100 litrů postřiku. V tom případě je možno koloidní charakter bordeauxské jíchy udržet delší dobu. Po postřiku zanechává zaschlá bordeauxská jícha na listech povlak ve vodě ne-

rozpustné sloučeniny: $CuSO_4 . 4\,Cu(OH)_2 . 2\,Ca(OH)_2 . X\ H_2O$, který se nesnadno smývá a velmi dobře na listech lpí. Ve vodě teprve působením vzdušného kysličníku uhličitého pozvolna přechází v rozpustné kyselé uhličitany. V této formě zde tvoří měď stálou fungicidní ochranu postříkané kultury, dokud není z povlaku deštěm postupně úplně vyplavena.

Bordeauxské jíše je podobná jícha burgundská, která se připravuje stejně jako bordeauxská, jenže místo vápenného mléka se používá vodného roztoku sody $Na_2\ CO_3$. Na 1 kg krystalické modré skalice je v případě 1% burgundské jíchy potřeba 1 kg krystalické sody nebo ½ kg sody práškovité (kalcinované). Upotřebení burgundské jíchy se vžilo jedině v zahradnictví k ochraně okrasných rostlin, květin apod., protože na listech nezanechává viditelné skvrny. Za účinnou složku této jíchy se považuje koloidně vyloučený zásaditý uhličitan měďnatý: $CuCO_3 . 3\,Cu(OH)_2$. Tato jícha se rovněž připravuje teprve před použitím. Poslední z měďnatých jích je jícha měďnatoamonná, zvaná Azurin. Na 1 kg krystalické modré skalice je třeba 2 kg uhličitanu amonného $(NH_4)_2\ CO_3$ nebo 1 kg 28% amoniaku $NH_4(OH)$ o specifické váze 0,9 (hustota 26° Bé). Nejprve se připraví roztok 1 kg modré skalice v 50 l vody a k němu se přidává za stálého míchání roztok uhličitanu amonného nebo amoniaku ve vodě. Přitom vzniká nejprve sraženina uhličitanu nebo hydroxydu měďnatého, která se v přebytku rozpustí na čirou, azurově modrou tekutinu; roztok se pak doplní vodou na 100 litrů. Účinnou složkou je ve vodě rozpustný komplexní kupri-amoniumsulfát: $Cu(NH_3)_4 . SO_4 . H_2O$. Tato jícha je velmi dobře účinná a rovněž nezanechává na listech žádné skvrny, proto se také doporučuje k ošetřování okrasných rostlin (květin, kaktusů apod.). Její výhodou je stálost, protože se pouze ztrátou čpavku (vypařením) velmi pomalu rozkládá; je-li uložena v uzavřené nádobě, je použitelná po delší dobu.

Protože příprava uvedených jích je dosti pracná a zejména pro použití v široké praxi nepohodlná, byla zavedena výroba hotových měďnatých postřikových přípravků. Nejvíce jsou rozšířeny přípravky na podkladě oxychloridu měďnatého a kysličníku měďného. Dříve se hojně používalo práškovitých suspensních přípravků na basi zásaditého uhličitanu měďnatého $CuCO_3 . Cu(OH)_2$, které přicházely do oběhu pod názvem měďnaté vápno. Protože fungicidy na podkladě zásaditého uhličitanu mají velmi pomalou účinnost při kurativních zákrocích, v praxi se od nich pomalu upouští. Z přípravků, které jsou ještě v oběhu, jmenujeme měďnaté vápno zn. Nobel, Bayer, Wacker aj.

Oxychlorid měďnatý $3\,CuO . CuCl_2 . 4\,H_2O$ je podkladem čs. měďnatého přípravku Kuprikol, který přichází do oběhu ve formě pastovité s obsahem asi 30 % mědi. Pouhým rozmícháním v potřebném množství vody se z Kuprikolu získá hotová postřiková jícha s velmi dobrými fungicidními vlastnostmi. Částečky suspense Kuprikolu jsou velmi jemné, některé téměř koloidního charakteru. Suspense jsou proto stálé a hotovou, připravenou jíchu možno i za několik dní po rozmíchání opět použít. Tento fakt má pro praxi velký význam, zejména pro ošetřování velkých ploch. Kuprikol v pastě nesmí zmrznout, neboť mrazem se, podle zkušeností, jeho částice shlukují, čímž se zhoršují jeho fysikální vlastnosti a tím i účinnost. Po několikerém zmrznutí dostává přípravek zrnitou strukturu a stává se neupotřebitelným.

V cizině jsou zavedeny práškovité suspensní přípravky na basi oxy-

chloridu mědi, které nemají zmíněné nedostatky. V poslední době je ve stadiu zkoušek podobný přípravek a jedná se o jeho zavedení jako náhrady za Kuprikol. Z přípravků na podkladě kysličníku měďného jako fungicidu (Cu_2O) přicházejí v úvahu čs. přípravek Niroxyd a švýcarský Sandoz měď postřiková. Jsou to práškovité suspensní přípravky, které po rozmíchání ve vodě vytvářejí velmi stálé suspense, téměř koloidního charakteru, o velikosti částeček 1—3 μ. Obsah mědi se pohybuje od 40 do 50 % Cu. Zvláštností fungicidů na basi kysličníku měďného je, že tyto přípravky kurativně zabírají velmi rychle, urychlují fysiologické zrání a zvyšují např. u brambor výnosy. U révy vinné bylo pozorováno i předčasné opadávání listí.

Poprašovací měďnaté fungicidy obsahují účinnou látku (v nižší koncentraci nežli postřikové) ve směsi s neutrálním plnidlem, talkem, kaolinem, křídou apod. Jako účinné složky se používá nejvíce oxychloridu měďnatého a kysličníku měďného. Obsah mědi se u těchto přípravků pohybuje mezi 7,5—10 % Cu. Z přípravků této skupiny jsou u nás v oběhu Niroxyd poprašovací a švýcarský Sandoz měď poprašovací, oba na basi kysličníku měďného.

Použití měďnatých fungicidů

Měďnaté fungicidní přípravky slouží k preventivní ochraně kulturních rostlin proti parasitním houbám nebo k léčebným zákrokům při slabším počátečním napadení; nemají však účinky insekticidní. Nejdůležitější je jejich použití ve vinařství proti peronospoře, v bramborářství proti plísni bramborové [*Phytophthora infestans* (Mont.) de By], v řepařství proti skvrnatičce (*Cercospora beticola* Sacc.), v chmelařství proti houbě *Pseudoperonospora humuli* (Miyabe et Takahashi) Wilson, v ovocnářství v boji proti strupovitosti ovoce [*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.], dále proti různým skvrnitostem a dírkovitosti listů vyvolávaným parasitními houbami, v zahradnictví proti různým druhům nepravého padlí na zelenině (*Peronospora sp.*), septoriose celeru a jiným chorobám houbového původu na zelenině a okrasných rostlinách.

Měďnatých přípravků se v ochraně rostlin spotřebuje veliké množství. Poněvadž naše zásoby mědi nedostačují, musíme značnou část potřeby krýt dovozem. Je tudíž pochopitelné úsilí nahradit měďnaté fungicidy jinými, stejně účinnými, domácího původu. Částečně je možno podle zkušeností měď nahradit některými organickými fungicidy; úplná náhrada se však dosud nepodařila. (Viz staň Organické fungicidy.)

Mechanismus účinku měďnatých fungicidů

O tomto thematu bylo vysloveno mnoho teorií; většina názorů se shoduje v tom, že nerozpustný povlak měďnatého fungicidu na rostlině se musí ponenáhlu rozpouštět ve vodě (dešti, rose), aby v této formě mohl projevit účinnost na spory nebo orgány parasitní houby. Je např. známo, že spory houby *Alternaria porri* (Ell.) Neerg. f. sp. *solani* (Ell. et Mar.) mohou v nepřítomnosti vody klíčit přímo na suchém povlaku měďnatého přípravku jen za dostatečné vzdušné vlhkosti. Množství mědi uvolněné z normálně nerozpustných měďnatých fungicidů je ovlivňováno chemickými a fysikálními vlastnostmi těchto látek. Je závislé na velikosti a tvaru částic povlaku, tj. na specifickém povrchu částic; čím menší jsou částice, tím větší je spe-

cifický povrch a tím více mědi se z nich může najednou uvolnit. Je jisté, že chemické složení povlaku měďnatého fungicidu na povrchu rostliny se působením povětrnostních vlivů mění a stává bohatší na formu rozpustnou. Je nesporné, že při tom má velký význam atmosférický a rostlinou vydychovaný kysličník uhličitý, jehož vodný roztok již v minimálních množstvích převádí nerozpustné uhličitany v rozpustnou formu kyselých uhličitanů. Proto i výměšky při gutaci mohou značně ovlivňovat rozpustnost měďnatých povlaků. Všeobecně se množství 0,2 mg mědi ve 100 ml vody považuje za toxické pro spory parasitních hub. Teorie o oligodynamickém působení nepatrného množství rozpuštěných kovových solí vysvětluje účinnost mědi kumulativním působením pozvolna absorbovaných iontů mědi. Nejběžnější teorie o mechanismu účinku mědi je založena na známé skutečnosti, že soli těžkých kovů, rozpuštěné ve vodě, pronikají blánou buněčnou a způsobují koagulaci protoplasmy, která je koloidního charakteru. Následkem toho nemůže protoplasma vykonávat své fysiologické funkce a buňka odumírá. Tenkostěnné buňky, jaké např. mají zoospory, v roztocích měďnatých sloučenin dokonce praskají.

Závěrem je třeba říci, že žádná z mnoha teorií nemůže úplně vysvětlit fungicidní mechanismus měďnatých sloučenin; skutečnost bude proto asi daleko složitější.

Sirné fungicidy

Jsou to přípravky obsahující síru buď ve formě anorganických rozpustných sloučenin, nebo ve formě síry elementární, buď suspensní, koloidně rozpustné nebo práškovité. Dělíme je na přípravky postřikové a poprašovací. Ve všech případech se jedná o to, aby se po zákroku na rostlině vytvořil jemný povlak nepatrně malých částeček síry.

Rozpustnou formu sirných fungicidů tvoří sirníky alkalických kovů a polysulfidy vápniku a barya. Nejstarším fungicidem je tzv. sírovápenná jícha, nazývaná také kalifornská jícha, protože byla po prvé použita r. 1883 v Kalifornii. Je to směs vodného roztoku sulfidů a polysulfidů vápenatých: CaS a CaS_x s kolísavým množstvím sirnatanu vápenatého CaS_2O_3, po případě síranu vápenatého $CaSO_4$. Vzniká varem vápenného mléka, hydroxydu vápenatého $Ca(OH)_2$ s práškovitou sírou. Její složení kolísá podle množství a jakosti použitých surovin a délky doby varu. Obchodní formou tohoto přípravku je u nás tekuté sírovápno zn. Sulka. Vzhledem je to červenooranžová tekutina hustoty 30° Bé, bez usazenin, se sirovodíkovým zápachem. Má normovaný obsah polysulfidické síry 14 %. Na vzduchu se poměrně rychle rozkládá a vylučuje elementární síru. Z toho důvodu je nutno sírovápennou jíchu chránit před přístupem vzduchu a přechovávat ji pokud možno v plných nádobách. Před působením vzduchu možno jíchu také chránit přísadou malého množství petroleje, který utvoří na povrchu tekutiny isolační vrstvu a zabraňuje tak rozkladu. Měřítkem jakosti sírovápenné jíchy je obsah polysulfidické síry.

Pro přípravu sírovápenné jíchy v malém se bere 0,9 kg páleného kusového vápna nebo 2,7 kg vápenné kaše z jámy a 2 kg sirného květu na 10 litrů měkké vody. Směs se vaří v železné nádobě pomalým varem 45 minut a vyvařená voda se doplňuje. Po zchladnutí a usazení se čirá tekutina stáhne z kalu do lahví, které se téměř naplní a do každé láhve se přidá malá lžička petroleje; potom se láhve zazátkují. Takto připravená

a opatřená jícha se dá v bezmrazé místnosti přechovávat neomezenou dobu.

Sírovápenné jíchy se používá jako fungicidu v 1—2% koncentraci ve vodném roztoku k postřiku buď samostatně nebo v kombinaci. Nelze ji kombinovat s jíchami měďnatými, protože z nich vylučuje neúčinný sirník měďnatý. V době vegetačního klidu se jí používá v 3—5% koncentraci.

Sírovápenné jíše se v účinku a použití podobají polysulfidy alkalických kovů: $Na_2S + Na_2S_x$ a $K_2S + K_2S_x$. Připravují se tavením síry s louhem sodným nebo draselným a přicházejí do obchodu v amorfních kusech pod názvem sirná játra. V cizině se používají jako sirný fungicid během vegetační doby v 0,2—0,4% koncentraci a v době vegetačního klidu v 3 až 5% koncentraci. U nás se jejich použití nevžilo.

Pokrokem ve skupině sirných přípravků bylo zavedení práškových fungicidů k přípravě polysulfidu barya. Původní přípravek Solbar byl patentován v Německu a jeho použití se záhy rozšířilo pro jeho praktické vlastnosti, skladovatelnost, jednoduchou přípravu postřikové jíchy a velmi dobrou účinnost. Podobné složení má i čs. přípravek Polybarit. Je to šedozelený prášek páchnoucí sirovodíkem. Vyrábí se mletím a mícháním práškové síry a práškového technického sirníku barnatého BaS v poměru 3:7, které za sucha spolu nereagují. Teprve po rozmíchání s vodou se chemickou reakcí vytváří roztok polysulfidů barnatých. Sirník barnatý se ve vodě hydrolysuje na hydroxyd barnatý $Ba(OH)_2$, který rozpouští za značného vývoje tepla práškovou síru, při čemž se tvoří ve vodě rozpustné polysulfidy barya BaSx. Z reakční směsi se vylučuje nerozpustná nečistota, kterou tvoří jemně práškovitý uhlík, pocházející z technického sirníku barnatého jako zbytek koksu po redukci síranu barnatého na sirník v elektrické peci. Polybaritu se používá během vegetační doby v 1%, v době vegetačního klidu ve 3—5% koncentraci. Normovaný obsah síry polysulfidické je 20%.

Příprava postřikové jíchy vyžaduje splnění podmínek, které vyplývají z poznatků shora uvedených. Práškovitý přípravek je nutno nejprve rozmíchat s menším množstvím vody v řídkou kaši, která se nechá stát asi 15 minut. Při tom probíhá popsaná reakce a kaše se silně zahřívá. Teprve potom se získaná reakční směs zřeďuje vodou na potřebný objem a nečistota (uhlík) se buď nechá asi 20 minut usadit, nebo se přecedí přes plátno přímo do stříkačky. Při rozmíchání práškovitého přípravku přímo v celkovém množství vody je reakce neúplná, postřiková tekutina má pak značně nižší obsah polysulfidů a také slabší účinnost. Postřiková jícha vylučuje na vzduchu elementární síru a nesmí stát delší dobu, protože ztrácí účinnost.

Biologické účinky polysulfidických fungicidů záleží v účinku koloidně rozptýlené síry, v jemném filmu, který vzniká na rostlině rozkladem vodného roztoku polysulfidů kysličníkem uhličitým a vzdušným kyslíkem. U sírovápenné jíchy se tento rozklad dá vyjádřit rovnicemi:

$$Ca\,S_x + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca\,CO_3 + H_2O + S_x \quad -1$$

$$Ca\,S_x + 3O \longrightarrow Ca\,S_2O_3 + S_x \quad -2$$

Takto koloidně vyloučená síra má vzhledem k svému vysokému specifickému povrchu velmi dobrou fungicidní účinnost. Polysulfidické sirné fungicidy se nedají mísit s přípravky měďnatými, olovnatými, arseničnany nebo organickými fungicidy, protože tyto přípravky rozkládají a vylučují

z nich biologicky neúčinné sirníky kovů, po případě jiné neúčinné sloučeniny.

Další sirné postřikové fungicidy tvoří skupina přípravků na basi elementární síry, a to formy suspensní a koloidní. Sem náleží čs. přípravek Sulikol, jehož účinnou součástí je asi 50% koloidně mletá síra v pastě s přísadou ochranného koloidu. Připravuje se mechanickým dlouhodobým mletím síry s ochranným koloidem, buď v tzv. koloidních mlýnech nebo v kulových mlýnech za mokra. S vodou dává velmi trvalé suspense až koloidní roztoky, které se pomalu usazují. Suspense ve vodě je neutrální, takže Sulikol je možno míchat se všemi přípravky. Tento fakt je důležitý, protože polysulfidické fungicidy nelze kombinovat s přípravky, které obsahují kovy. Kromě toho některé přípravky, např. DDT, HCH, fosforové insekticidy aj., jsou citlivé na alkálie, takže ke kombinaci lze ze sirných fungicidů použít jedině neutrální Sulikol nebo koloidní síru vůbec. Koloidní forma síry je zvlášť reaktivní, protože částečky velikosti 0,01—0,1 μ mají velký aktivní povrch. Koloidní síra v pastě je v poslední době nahrazována suchou tzv. smáčivou sírou koloidní. Je to v podstatě práškovitý sirný koncentrát, který po rozmíchání s vodou poskytuje koloidní sirné mléko. Aplikace těchto přípravků je stejná jako u přípravků pastovitých. Výroba tohoto přípravku, který je ve stadiu zkoušek, se u nás připravuje. Výhodou smáčivé práškové koloidní síry je kromě úspory obalů také neomezená skladovatelnost, protože je nezávislá na výkyvu teplot. Pastovité přípravky, jako je Sulikol, dlouhým skladováním a nízkými teplotami značně trpí, protože se zhoršují jejich fysikální a tím i biologické vlastnosti. Sulikol se používá buď samostatně k postřikům nebo v kombinacích pouze ve vegetační době v 0,1—1% koncentraci.

Sirné poprašovací fungicidy mají vesměs za podklad elementární jemně práškovou síru; kusová síra se mele na speciálních mlýnech v atmosféře neutrálního plynu (N, CO_2 apod.), aby se zabránilo vznícení, a současně se prosévá. Přitom se dosahuje velikosti částic 3—4 μ. Mletá síra má částečky podoby ostrých, hranatých krystalických úlomků, které na listech rostlin dobře lpí. Z toho důvodu se dává při popraších mleté síře přednost před sírou sublimovanou, tzv. sirným květem. Tato síra se pod mikroskopem jeví jako oblé útvary kuličkovitého nebo kapičkovitého tvaru s hladkým povrchem, které z listu při nepatrném otřesu větrem snadno opadají. Čím jemnější jsou částice síry, tím účinnější a úspornější je popraš, protože tím větší plochu může pokrýt. Jemnost mletí síry je udávána ve stupních podle Chancela; dobrá poprašovací síra má mít nejméně 70° Ch. Nejjemnější mletá síra je původu italského (zn. Ventillato) a má až 90° Ch. Z poprašovacích sirných fungicidů je u nás v oběhu síra zn. Sfinx, která obsahuje asi 75 % jemně mleté síry a 25 % talku.

Použití sirných fungicidů

Sirné fungicidy se ve fytopatologické praxi hojně používají ve formě postřiků i poprašů jako nenahraditelné přípravky proti některým parasitním houbám ze skupiny padlí na nejrůznějších rostlinách, jako např. proti padlí jabloňovému [*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Everth.) Salm.], americkému padlí angreštovému [*Sphaerotheca mors uvae* (Schwein.) Berk.], černi rajčat (*Cladosporium fulvum* Cke.), puchýřnatci broskvovému [*Taphrina deformans* (Berk.) Tul.] aj. Sirné fungicidy jsou účinné

v menší míře též na jiné cizopasné houby, jako např. strupovitost ovoce [*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.], různé druhy černí aj.

Největší množství poprašovací síry se spotřebuje v boji proti padlí révovému [*Uncinula necator* (Schwein.) Burr.], padlí chmelovému [*Sphaerotheca humuli* (DC.) Burr.], padlí okurkovému (*Erysiphe* sp.), padlí růžovému (*Sphaerotheca pannosa* Lév.) aj. Některé druhy nebo odrůdy rostlin jsou vůči sirným přípravkům zvlášť citlivé, např. některé sorty angreštu, broskvoní a jabloní po ošetření sirnými fungicidy shazují list. Sirné přípravky mají kromě fungicidních účinků též účinek insekticidní a alcaricidní, a proto se jich užívá také k současnému hubení např. larev puklice švestkové, červce San José, různých druhů svilušek a roztočů apod.

Mechanismus účinku sirných fungicidů

Biologický účinek síry a sirných fungicidů nebyl dosud úplně objasněn, ač byl předmětem podrobných studií již od objevení fungicidních vlastností práškové síry Robertsonem 1824. Jde o problém, jakým způsobem proniká nerozpustná síra blánou buněčnou a jak působí na mikroorganismy. Bylo o tom vysloveno mnoho teorií. Dosud je bezpečně prokázáno, že největší vliv na biologickou účinnost síry má velikost částic, vlhkost, teplota a světlo. Bylo zjištěno, že nejdůležitějším činitelem je zvláště teplota; optimální teplotou pro účinnost síry je 30—40° C.

Při nižších teplotách fungicidní účinnost sirných přípravků klesá a při teplotách pod 18° C se prakticky zastavuje. Ze všech teorií se zdá nejpravděpodobnějším fakt, že za vhodné teploty, vlhkosti a světla se tvoří různými chemickými reakcemi řada sirných zplodin, mezi nimiž převažují sirovodík a polythionové kyseliny. Z nich pak oxydací vzniká kysličník siřičitý SO_2, jehož fytotoxické a fungicidní vlastnosti jsou dostatečně známy. Kysličník siřičitý vzniká asi jen v nepatrné koncentraci, která v mikroklimatu působí toxicky jen na zárodky a rozmnožovací orgány parasita, aniž přitom poškozuje hostitelskou rostlinu. V poslední době Horsfall (1945) připisuje fungicidní účinky přímo parám elementární síry, neboť tyto účinky jsou závislé na teplotě, a tudíž na tensi par.

Jak vidět, názory na mechanismus biologického účinku sirných fungicidů nejsou dosud zcela jednotné.

Organické fungicidy

K nejstarším organickým fungicidům náleží formaldehyd (HCOH). Přichází do obchodu jako 30—40% vodný roztok s malou přísadou metylalkoholu jako stabilisátoru pod názvem formalin. Používá se k moření ovsa a desinfekci půdy. Při moření ovsa se využívá jeho znamenitých fumigačních účinků hlavně proti prašné sněti ovesné (viz stať Mořidla osiva). Moření formalinem však je někdy značně riskantní, protože koncentrace skladovaného nebo prodejného zboží je nejistá nebo alespoň nezaručená. Formalin totiž při skladování, hlavně za nízkých teplot, může měnit koncentraci. Formaldehyd se polymerisuje v paraformaldehyd $(HCOH)_{3-x}$, který je ve vodě nerozpustný, a proto se vylučuje z formalinu jako bílá sedlina. Tím se ovšem snižuje účinná koncentrace formaldehydu, se kterou nutno počítat, má-li být moření účinné. Další nevýhodou forma-

linu je možnost snadného přemoření a tím poškození klíčivosti, protože osiva různých odrůd jsou různě citlivá.

Oves se formalinem moří podle sovětské metody rychlého moření v bubnu pro suché moření. Na 100 kg ovsa je třeba 3 litry 0,5% formalinu (40% obchodní formalin v množství 1,25 litru se ředí na 100 litrů vody). Formalin se nalije na osivo v bubnu, kterým se pak 10 minut otáčí. Po moření je nutno osivo nechat 4 hodiny ležet, ihned potom usušit a do 7 dnů vysévat. Osivo mořené formalinem a delší dobu skladované ztrácí postupně klíčivost. Podrobnými pokusy bylo zjištěno, že osivo ovsa mořené formalinem ztrácí při skladování za 6 týdnů až 80 %, do 14 dnů jen asi 20 % klíčivosti. Někteří autoři vysvětlují tento jev tvorbou paraformaldehydu, který osivo při delším ležení přemořuje, takže ztrácí klíčivost. Tento názor je nutno vyloučit, protože i po odstranění eventuálně vzniklého paraformaldehydu promytím zředěným amoniakem a po následujícím důkladném vyprání vodou ztrácí osivo klíčivost stejně. Pravou příčinou bude asi fakt, že formalin utvrzuje bílkoviny v obalu obilky, která delším vysycháním rohovatí a ztrácí postupně schopnost botnat a přijímat vodu. Proto zárodek v obilce nemůže vyklíčit.

Značného uplatnění došel formaldehyd při desinfekci půdy proti zárodkům parasitních hub způsobujícím tzv. padání klíčících rostlin nebo sazenic, zejména v pařeništích. Formaldehyd se znamenitě osvědčil proti řadě parasitů, např. proti houbám: *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Phoma* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium fulvum* aj. Pařeništní půda se desinfikuje zaléváním 1% roztokem formaldehydu připraveným zředěním 0,25 l 40% formalinu v 10 l vody. Na 1 m² se počítá 10 litrů 1% formaldehydu. Po zálivce se půda přikryje rohožemi nebo dehtovou lepenkou a ponechá 24 hodin přikrytá, načež se několik dní větrá. Do desinfikované půdy je možno vysévat semena za 7—10 dnů a sazenice lze sázet asi za 14 dnů. Před sázením se doporučuje vždy nejprve vyzkoušet účinek případného zbytku formaldehydu vysázením několika sazenic salátu, který je na formaldehyd zvláště citlivý; podle výsledku se pak řídí vysázení celé plochy.

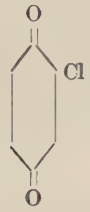
Formalin se také někdy s úspěchem používá jako postřikový fungicid v 1% koncentraci proti americkému padlí angreštovému [*Sphaerotheca mors uvae* (Schwein.) Berk.].

Z dalších organických fungicidů přicházejí v úvahu některé synthetické organické látky ze skupiny nitrosloučenin. Nejznámější z této skupiny je dinitro-orto-kresol, který pro své silně fungicidní vlastnosti byl doporučován k hubení dřevomorky (*Merulius lacrymans* Wulf.). Poněvadž tato látka ve formě sodné nebo amonné soli má též význačné vlastnosti larvicidní, ovicidní a herbicidní je hojně používána k zimnímu postřiku ovocných stromů. Přitom se uplatňují i fungicidní účinky na parasitní houby přezimující na stromech. Z přípravků na basi dinitro-orto-kresolu se u nás vyrábí Nitrosan a Diflavin, kterým se také říká organická barviva.

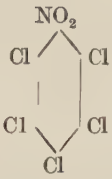
Ve snaze nahradit rtuťnaté nebo měďnaté fungicidy organickými bylo objeveno mnoho látek, které mají znamenité fungicidní vlastnosti. Většina těchto organických fungicidů má však velmi omezenou specifickou účinnost jen na určité druhy parasitních hub a rozsah jejich účinnosti je poměrně malý. Organický fungicid s universální nebo aspoň se širší účinností, jak tomu je u fungicidů měďnatých nebo sirných, nebyl dosud objeven.

Jako náhrada za rtuťnaté sloučeniny byl svého času navržen p-chlorfenochinon, který byl podkladem německého mořidla pro oves zn. Tillantin a jako první z mořidel účinkoval na prašnou sněť ovesnou (kromě formalinu). Jiná látka, pentachlornitrobenzen, je podkladem speciálního německého mořidla zn. Tritisan proti sněti mazlavé [*Tilletia caries* (D C.) T u l.] a sněti zakrslé (*Tilletia brevifaciens* W. G. F i s c h e r), proti níž normální rtuťnatá mořidla selhávají. Proti této sněti také působí hexachlorbenzen (HCB), který bude přidáván do čs. mořidla Agronal, aby se zvýšila jeho účinnost proti sněti zakrslé.

Další organické fungicidy, které mají poněkud širší účinnost, jsou tetrachlor-benzochinon a 2,3-dichlor-naftochinon. Obě tyto látky se v cizině uplatňují nejen jako mořidla osiva, nýbrž i jako základ postřikových fungicidů např. proti strupovitosti ovoce a proti plísni bramborové.



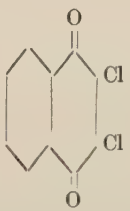
Tillantin



Tritisan

HCB

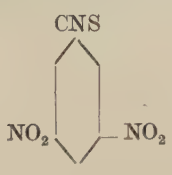
tetrachlor-benzochinon



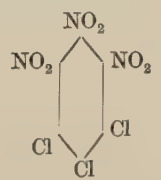
2,3-dichlor-naftochinon

Jako náhrada za měďnaté fungicidy se v cizině hojně používá 2,4-dinitrorhodanbenzen, který je také účinnou součástí německého postřikového přípravku zn. Nirit, úspěšně používaného ve vegetační době proti strupovitosti ovoce [*Venturia inaequalis* (C k e.) A d e r h.].

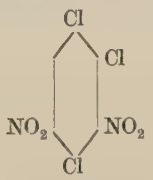
Z řady nitrovaných a chlorovaných uhlovodíků je nutné se zmínit o 1, 3, 5-trichlor-2, 4, 6-trinitrobenzenu, který je podkladem německého přípravku zn. Bulbosan a 1, 2, 4-trichlor-3,5-dinitrobenzenu, který je jako účinná součást obsažen v německém přípravku Brassisan. Obě jmenované látky jsou účinné proti boulovitosti košťálovin vyvolávané parasitní houbou *Plasmodiophora brassicae* W o r. Užívá se jich k desinfekci půdy a sazenic.



Nirit



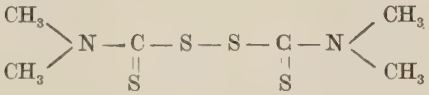
Bulbosan

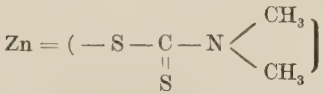


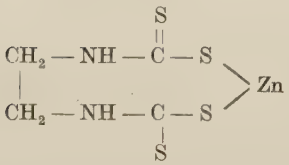
Brassisan

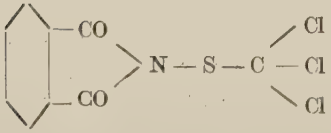
Zvláštní skupinu organických fungicidů tvoří organické sirné sloučeniny. Patří sem např. x anthogenáty a deriváty kyseliny dithiokarbaminové, u nichž pokládáme dvojnou vazbu C=S za fungicidní. Příkladem je tetrametyl-thiuramdisulfid (DMTD), který je v cizině účinnou součástí mořidel osiva (americký Arasan, Thiosan aj.) a postřikových fungicidů, jako je např. německý Pomarsol proti strupovitosti. Z derivátů kyseliny dimetyldithiokarbaminové se jako fungicidy uplatnily soli zinku, jako např. přípravek německé výroby Fuklasin, a soli železa, jako např. přípravek Ferbam. Zinečnatá sůl kyseliny ethylen-bis-dithiokarbaminové je účinnou substancí nového čs. přípravku zn. Novozir L., který bude brzy uveden do oběhu. Je to postřikový fungicid, který se používá v době vegetační v 1% koncentraci proti peronospoře révy vinné, peronospoře chmelové, fytoftoře, dále proti strupovitosti ovoce a jiným houbovým chorobám, jako náhrada za měďnaté přípravky.

Z nejnovějších látek této skupiny se v cizině zavádí N-thiotrichlormetyltetrahydroftalimid, který podle některých autorů má být úplně rovnocennou náhradou za měďnaté fungicidy. Tato látka je účinným fungicidem amerického přípravku Kaptan.


TMTD-Pomarsol


Fuklasin, Novozir


Novozir L.


Kaptan

Z tohoto krátkého přehledu je patrno, že vývoj organických fungicidů není ještě zdaleka ukončen. Mnohé z uvedených látek se u nás dosud nevyrábějí, takže s nimi nemáme vlastní zkušenosti a musíme se spokojit s údaji v cizí literatuře.

Literatura*)

Baudyš E.: Hospodářská fytopatologie, Díl I. Brno 1929.
Becher C.: Schädlingsbekämpfungsmittel, Halle (Saale) 1953.
Jefimov A. L.: Spravočnik po primeneniju jadov dlja zaščity rastenij. Moskva 1951.
Hollrung M.: Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten 3. Aufl. Berlin 1923.
Horsfall J. G.: Fungicides and their action. Waltham 1945.
Perrot E.: Manuel de Phytopharmacie, I.—III. díl. Paris 1948—49.
Sorauer P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. VI. erster Halbbd. 2. Aufl. Berlin 1952.
Trappmann W.: Schädlingsbekämpfung, 1. Aufl., Leipzig 1927.
Zábranský V., Šimek A.: Chemie v boji proti škůdcům a chorobám rostlin. Praha 1955.
Zbirovský M., Myška J.: Insekticidy, fungicidy, rodenticidy. Praha 1957.

*) V seznamu jsou uvedeny pouze všeobecné příručky, ve kterých se naleznou další údaje.

Úvod do fytopatologické techniky

ÚVOD

Fytopatologická technika stavi na celé řadě základních příbuzných oborů, jejichž metodiky zčásti přebírá beze změny, zčásti je upravuje pro své zvláštní úkoly. Uvedeme pouze přehled těchto oborů a výběr literatury. Je to především mikroskopická technika (Wolf 1954), botanická mikrotechnika (Kavina, Klečka 1932, Prát 1944), mikrobiologická technika (Kocková-Kratochvílová 1954, Němec 1954), zakládání a hodnocení polních pokusů (Hrubý, Konvička 1954, Mudra 1952, Myslivec 1957) a všeobecná znalost základů ostatních oborů přírodních věd jak teoretických (matematika, fysika, chemie, biologické předměty), tak aplikovaných (produkce rostlinná, ekonomika, humánní medicina).

Následující pojednání obsahuje spíše jen některé připomínky nebo příklady z techniky používané ve fytopatologii. Vynecháno bylo zkoušení účinnosti fungicidů a hodnocení jejich toxicity, které se sice těsně dotýká ochrany proti jednotlivým chorobám, po případě objasňuje některé důležité otázky z fysiologie fytopatogenních organismů, ale patří spíše do fytofarmacie. Toto thema zpracovává např. Horsfall 1945, Gassner (např. 1944, 1950) a jiní.

ÚVOD DO MYKOLOGICKÉ TECHNIKY

Isolace fytopatogenních organismů

Při zjišťování příčinné závislosti mezi původcem choroby a příznaky určité choroby na rostlině je třeba patogenní organismus vyisolovat v čisté kultuře. V přírodě ovšem na rostlinách ochořelých zřídka nacházíme jen jeden druh mikroorganismů, protože agresivní parasity často následují sekundární organismy, mnohdy jen saprofytní. Avšak pouze čisté kultury poskytují materiál pro systematické zařazení parasita, pro studium jeho fysiologických vlastností, jeho agresivity a patogenity, umožňují srovnat naši isolaci s houbami již dříve vyisolovanými a určenými po případě uložit kulturu do vlastní sbírky pro další speciální studia. Ovšem i směs organismů, kterou nalezneme na ochořelé rostlině, může poskytovat četné zajímavé problémy, jako je studium antagonistických a synergických vztahů mezi mikroorganismy (např. Fawcett 1931, Waksman 1945) nebo studium sukcese mikroorganismů. Např. na hlízách ochořelých plísní bramborovou (primární parasit) se druhotně usazuje původce bílé hniloby [*Fusarium coeruleum* (Lib.) Sacc.] nebo na odumírajících pletivech různých rostlin se druhotně usazuje *Alternaria tenuis* Nees a jiné organismy.

Jestliže tedy zjistíme na ochořelé rostlině směs mikroorganismů, musíme je isolací oddělit a zkoušet postupně, který je fytopatogenní. Nejlepším důkazem pro patogenitu je zpětné naočkování tohoto organismu na zdravou rostlinu a sledování, zda rostliny onemocnějí stejnými příznaky jako v prvním případě. Nato je třeba mikroorganismus z ochořelé rostliny opět isolovat a srovnat tuto reisolaci s prvním isolátem po stránce morfologických i fysiologických vlastností, aby se zjistilo, zda jde opravdu o stejný mikroorganismus.

V současné době nemůžeme však takto postupovat u všech parasitů. Pro některé obligátní parasity nemáme dosud vhodnou kultivační techniku (např. pro padlí nebo vřetenatku révovou). Tyto parasity lze pěstovat pouze na rostlinných explantátech, které se zase nehodí pro pěstování jiných mikroorganismů. V jiných případech se na chorobě podílí více organismů; jestliže je oddělíme a provedeme infekci jedním nebo druhým parasitem, nedostaneme typické příznaky ochoření [např. při infekci *Corynebacterium rathayi* (Smith) Jensen].

Přípravné práce před isolací

Nástroje používané pro isolaci, jako skalpely, pinsety, nůžky, obyčejně sterilisujeme ponořením do alkoholu a několikanásobným ožehnutím plamenem. Tím však ničíme ostří nástrojů. V roztocích desinfekčních látek obsahujících chlor nebo rtuť (sublimát) kovové nástroje podléhají korosi. Naproti tomu přípravek Merfen (boritan fenylrtuťnatý), používaný v koncentraci 1:20 až 1:80 po dobu 5—15 minut, nepůsobí korosivně.

Jestliže se patogenní mikroorganismus vyskytuje pod pokožkou hostitele, provedeme povrchovou desinfekci místa, kde budeme provádět isolaci. Tenká pletiva, jako listy, můžeme povrchově desinfikovat jen krátkou dobu, nebo se raději chemickému zákroku vyhneme vůbec, abychom s kontaminujícími organismy neusmrtili i organismy patogenní. Jestliže isolujeme organismy z větší hloubky pletiva, snažíme se zabránit kontaminaci odstraněním povrchových vrstev. Při isolaci patogenních organismů se všeobecně doporučuje brát pletivo z okraje nekrotického místa.

Povrchovou desinfekci používáme také u silně znečištěných vzorků. Pletiva máčíme po dobu 5 minut v roztoku sublimátu (1:1000). Desinfekční dobu je třeba prodloužit, jestliže je ochořelé místo pokryto vrstvou organického materiálu nebo jestliže jsou kontaminující organismy chráněny vrstvou látky, která brání pronikání toxické chemikálie.

Roztok sublimátu připravujeme takto:

Zásobní roztok:	chlorid rtuťnatý	20 g
	kyselina solná koncentrovaná - doplnit do	100 ml
Desinfekční roztok:	zásobní roztok	5 ml
	voda	995 ml

Místo roztoku sublimátu je někdy výhodnější použít roztoku chlorového vápna, protože sloučeniny rtuti mají větší residuální působení. U chlorového vápna se používá koncentrace 0,35 % a doba působení je 10 minut a více. Jako povrchových desinfekčních činidel se používá také jiných látek, např. 70% alkoholu ethylnatého, 1% kyseliny karbolové, 5% forma-

linu, 3% peroxydu vodíku, 0,1% kyanidu rtuťnatého, 2% manganistanu draselného a 1% dusičnanu stříbrného. U všech těchto desinfekčních látek postupujeme tak, že povrch rostlin pečlivě omyjeme roztokem chemikálie, pak sterilní destilovanou vodou a teprve potom provedeme isolaci.

Při povrchové desinfekci bývá někdy třeba odstranit vzduchové bublinky, které by chránily kontaminující organismy před působením desinfekčního roztoku. U semen se v těchto případech doporučuje použít částečné sterilisace ve vakuu (např. u ovsa). Semena dáme do desinfekčního roztoku a vzduch vysajeme vodní vývěvou. Jestliže nemáme vodní vývěvu, můžeme si vypomoci tím, že semena namočíme nejdříve do 70% alkoholu a pak je teprve moříme v silnějším desinfekčním roztoku.

Vlastní isolace

Postup používaný k isolaci organismů z hostitelských pletiv a k jejich získání v čisté kultuře se v podrobnostech značně různí podle toho, o jakého parasita jde. Obyčejně postupujeme tak, že přeneseme část ochořelého pletiva na sterilní živnou půdu v Petriho miskách nebo ve zkumavkách. Povrchové znečištění se mimo jiné snažíme vyloučit tím, že bereme jen malé kousky pletiva z okraje nekrotického místa.

Máme-li k disposici jen starší ochořelá pletiva, silně pokrytá kontaminujícími organismy, tento běžný isolační postup nestačí. V těchto případech bývá nutné dát ochořelá pletiva do podmínek, které více vyhovují patogennímu organismu než saprofytním doprovodným organismům a v nichž fytopatogenní organismus může regenerovat. Postupujeme přitom takto:

1. Pletiva, z nichž jsme odstranili většinu kontaminujících organismů opráním nebo ořezáním nejsvrchnějších vrstev, dáme do vlhké komůrky při vhodné teplotě. Velmi často začne patogenní houba fruktifikovat a tak nám poskytne dost čistého materiálu pro isolaci.

2. Ochořelá pletiva dáme na několik hodin do tekuté živné půdy. Houbové spory se uvolní z plodniček a vyplavou na povrch [např. uvolnění pyknospor z pyknid *Phoma lingam* (T o d e) D e s m.]. Podobně se uvolní bakterie ze slizu.

3. Pletiva obsahující fytopatogenní bakterie [např. *Agrobacterium tumefaciens* (S m i t h et T o w n s.) C o n n] dáme asi na půl dne do vhodné tekuté živné půdy, čímž může podstatně stoupnout procento bakterií v pletivech, a pak teprve provedeme isolaci.

4. Jedna z nejúspěšnějších metod záleží v tom, že směsí mikroorganismů naočkujeme náchylnou rostlinu a pak fytopatogenní organismus vyisolujeme z okrajů ochořelých pletiv. Např. bramborový list napadený *Phytophthora infestans* (M o n t.) d e B y. vložíme mezi rozkrojené zdravé hlízy. Parasita je možno vyisolovat po vhodné inkubační době z okrajů ochořelých míst v hlíze.

Pokud je fytopatogenní organismus přítomen v suspensi s jinými organismy, doporučuje se vyisolovat jej zřeďovací metodou (viz str. 551).

Některá zvláštní opatření je třeba zachovávat i při isolaci fytopatogenních organismů ze semen. Fytopatogenní organismy mohou totiž být: 1. na povrchu semen v podobě mycelia nebo rozmnožovacích orgánů, 2. uvnitř semene a objeví se až při klíčení semene, 3. uvnitř semene a projeví

se až v dospělosti rostlin (prašné sněti). Podle toho se různí také způsob isolace. V prvním případě vezmeme mycelium nebo spory očkovací jehlou ze semen a přeneseme je na sterilní živnou půdu. Ve druhém případě semena nejdříve vyložíme na vlhký filtrační papír v Petriho miskách nebo v klíčidlech a po objevení mycelia provedeme přeočkování na agar. Někdy je možno parasita vyisolovat tak, že semena vysázíme do misek s cihlovou drtí a udržujeme je ve 100% relativní vlhkosti a při teplotě 10—12° C, jako je tomu při zjišťování infekce žita plísní sněžnou. Parasity třetí skupiny většinou ze semen neisolujeme (Doyer 1938). U některých semen musíme před isolací jejich povrchová pletiva mechanicky porušit, abychom na klíčidle parasita vůbec zjistili, ačkoli v polních podmínkách většinou rostliny napadá (Valleau 1935).

Diferenční půdy

Jsou to půdy, na nichž se daří jednomu druhu nebo určité skupině druhů, ale nedaří se na nich jiným organismům. Na diferenční půdy očkujeme v těch případech, kdy je studovaný organismus provázen ještě jinými bakteriemi nebo houbami. Do této skupiny je možno zařadit nahromaďovací půdy a diagnostické půdy hojně používané v bakteriologii při isolaci mikroorganismů patogenních pro zvířata nebo pro člověka. Avšak tyto půdy se ve fytopatologickém výzkumu zatím metodicky neuplatňují. Nevýhodou vysoce selektivních půd je, že některé biotypy organismů mohou být jimi vyloučeny.

Vysoce selektivní půdy je možno připravit na základě fysiologických vlastností studovaných organismů. Např. jestliže známe, který zdroj uhlíku je nejsnáze přijatelný isolovanému organismu, přidáme jej do půdy, poněvadž nemusí vyhovovat celé řadě doprovodných organismů. Stejně je tomu i s dusíkem. Kromě těchto dvou hlavních živin je možno pro přípravu selektivních půd využít různých organických solí a celé řady jiných látek. Všeobecně je při přípravě takových půd třeba uvažovat o toleranci studovaného organismu vůči kyselinám, oxydačním nebo redukčním činidlům, některým organickým barvivům typu krystalové violeti, látkám, které snižují povrchové napětí (např. kvartérní amoniové soli), některým enzymům (trypsin) a zvýšeným koncentracím solí (např. 1—5 % chloridu sodného).

Malé množství speciálních půd připravujeme tak, že si předem vysterilisujeme zvlášť základní živnou půdu a zvlášť roztoky přídatných látek. Teprve před očkováním přidáme k živné půdě sterilní pipetou potřebné kvantum účinné látky. Je výhodné změřit si objem jedné kapky z určité pipety a pak při odměřování počítat jen kapky.

Oddělování bakterií od hub a hub od bakterií

Ve fytopatologické technice nejčastěji používáme diferenční půdy spolu s jinými opatřeními pro isolaci fytopatogenních bakterií ze směsi s houbami a naopak fytopatogenních hub ze směsi s bakteriemi.

Isolace bakterií. Abychom vyisolovali čistou kulturu bakterií ze směsi s houbami, většinou stačí použít zřeďovací techniky. Jestliže však jde o druh bakterií, který roste relativně pomalu, pak taková kultura bývá často přerůstána houbami. V těchto případech můžeme do půd přidat malé

množství některých barviv, jako krystalové violeti v koncentraci 1:50 000 až 1:200 000, jež všeobecně dostatečně inhibují růst hub. Toto barvivo má však také bakteriostatický účinek na grampositivní bakterie.

Isolace hub. Abychom zabránili růstu bakterií a přitom vážněji nepoškodili přítomné houby, často stačí okyselit půdy, poněvadž většina bakterií nemůže růst v prostředí kyselejším, než je pH 4. Dostatečného stupně kyselosti je možno dosáhnout např. přidáním tří kapek 25% kyseliny mléčné na 10 ml půdy.

Pro odstranění bakterijní kontaminace z kultur hub je možno využít schopností hub vysílat myceliální provazce agarem různými způsoby:

1. Petriho misku se živnou půdou naočkujeme výchozí směsí mikroorganismů a pak ji přelijeme 10 ml téže živné agarové půdy dostatečně ochlazené nebo pouze tekutým agarem a necháme vrchní vrstvu utuhnout. Mycelium houby obyčejně proroste na povrch půdy a bakterie zůstanou uvnitř půdy.

2. Do středu Petriho misky naočkujeme směs mikroorganismů a toto místo překryjeme sterilním krycím sklíčkem a přitlačíme k povrchu půdy, takže organismy při svém růstu musí pronikat agarem. V Petriho misce se většinou rozrostou pouze houby.

Monosporová isolace

Jednosporová isolace je zvláštním druhem čisté kultury, kdy celá kultura pochází z jedné spory. Takových kultur ve fytopatologii používáme pro studium variability organismu a pro fysiologická studia.

Na metodu monosporové isolace je kladeno několik zásadních požadavků:

1. Metoda musí zaručovat, že skutečně byla isolována jediná spora a že získaný isolát nebude během práce znečištěn kontaminujícími organismy.

2. Metoda musí být jednoduchá, dovolující pořídit i rozsáhlejší sérii isolátů v krátkém časovém úseku.

3. Příslušné zařízení nesmí být příliš drahé.

4. Metoda musí být použitelná pro co nejširší výběr druhů.

O použitelnosti různých metod pojednává Hildebrand (1938, 1950). Metody jednosporové isolace lze rozdělit na tři skupiny, a to na metody zřeďovací, metody mikromanipulační a metody, které kombinují výhody první a druhé skupiny a vylučují jejich nevýhody.

Při jednoduchém postupu zřeďovacím chybí záruka, že narostlé kolonie pocházejí skutečně z jedné spory. Stejná nesnáz je při roztěru spor kličkou na plotnu. Lindnerova kapičková metoda dává záruku monosporického isolátu, je však značně pracná. Použití mikromanipulátoru je spolehlivé co do monosporického původu isolace, ale je to postup zdlouhavý, vyžadující speciální výcvik a drahý přístroj.

Z nejrůznějších metod budou probrány jen některé.

1. Metoda suché jehly je určena pro relativně velké a suché spory. Její podstata záleží v tom, že spory ulpí na hrotu jehly, která se k nim přiblíží. Používáme jehlu kovovou nebo vytaženou skleněnou kapiláru. Jestliže však má prostředí příliš nízkou relativní vlhkost, pak spory na hrotu neulpí. V tomto případě je třeba hrot jehly opatrně ovlhčit. Sporový materiál

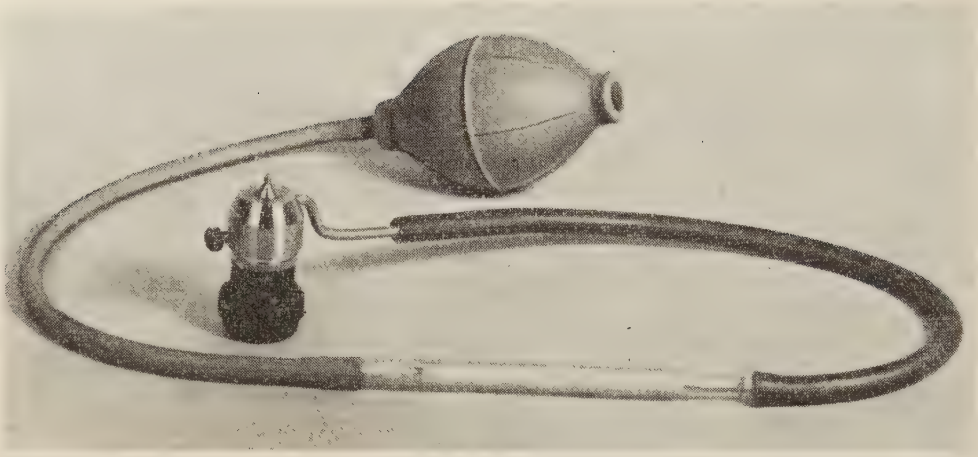
je zpravidla rozptýlen na podložním skle na stolku mikroskopu, jehlu držíme rukou a mikroskopem postup kontrolujeme. Jednotlivé spory přenášíme na živnou půdu. Nejmenší spory, které lze tímto postupem isolovat, měří asi 20—30 μ.

2. U vlhkého materiálu postupujeme tak, že spory dáme do kapky sterilní vody na podložní sklíčko a na stolku mikroskopu se slabě zvětšujícím objektivem zatlačíme dvěma jehlami jednu sporu k okraji kapky a oddělíme ji od masy spor. Kapku necháme vyschnout a sporu sebereme suchou jehlou. Nebo si vytáhneme nad plamenem skleněnou kapiláru z tenké trubky a přiblížíme její ústí k osamocené spoře, která se do ní nasaje spolu s tekutinou. Sporu pak vyfoukneme na sterilní živnou půdu nebo hrot kapiláry odlomíme i se sporou a ponecháme jej na živné půdě.

3. Pro monosporickou isolaci menších spor je vhodné zařízení popsané Nečáskem a spol. (1954), z něhož byl později vytvořen přístroj, který vyrábí n. p. Meopta (obr. 186). Součástí tohoto zařízení je zvláštní kuželovitý nástavec, který upevníme vzduchotěsně na objektiv (zvětšující 10×), protažený naspodu v trubičku s takovým vnitřním průměrem, aby její okraj byl viditelný v zorném poli okuláru (obr. 187). Do kuželovité komory je zavedena trubka, která je přes filtr pro sterilisaci vzduchu připojena na gumový balónek s jednosměrným ventilem. Vzdálenost hrany vypichovadla od frontální čočky objektivu je asi o 0,5 mm kratší než pracovní vzdálenost objektivu. Před prací isolátor a vzdušný filtr sterilisujeme horkým vzduchem, gumovou hadici pro spojení isolátoru a vzdušného filtru sterilisujeme v autoklávu. Po sterilisaci připojíme na jeden konec hadice trubku isolátoru, na druhý konec filtr pro sterilisaci vzduchu a gumový balónek. Sestavený přístroj nasuneme na příslušný objektiv mikroskopu a přitáhneme šroubkem. Na stolek mikroskopu položíme Petriho misku s tuhou živnou půdou, přelitou suspensí spor, osvětlíme procházejícím světlem, zaostříme, vyhledáme vhodnou sporu a spustíme tubus mikroskopu tak, že se spodní konec vypichovadla dotkne dna Petriho misky. Pro uvolnění vyříznuté části agaru od dna misky posuneme miskou ve vodorovném směru a tubus mikroskopu se získaným válečkem se sporou opět zdvihneme. Odstraníme misku se suspensí, podložíme novou misku se sterilní půdou, přiměřeně opět snížíme tubus a zavedením vzduchu do komory isolátoru vytlačíme přetlakem agarový váleček s isolovanou sporou na povrch tuhé živné půdy. Potom sejmeme tuto misku se stolku mikroskopu, podložíme opět misku se suspensí a postup opakujeme. Během práce vysterilisujeme v občasných intervalech isolátor po sejmutí s objektivu ponořením do 70% alkoholu a opálením.

Pokud jde o isolaci mikromanipulátorem, je u každého přístroje přesný návod k použití. V mnoha případech lze drahý přístroj nahradit improvisovaným zařízením. Na stolek mikroskopu položíme podložní sklíčko s vyříznutým otvorem, na němž leží krycí sklo pokryté agarovou vrstvou a malým množstvím houbových spor. Agarová vrstva je na spodní straně sklíčka. Otvor v podložním skle musí být na stolku přesně nad otvorem pro kondensor. Na horní čočku kondensoru přilepíme plastelinou drobnou tyčinku tvaru L, jejíž jeden konec je protažen v hrot. Pohybem stolku pak umístíme vyhlédnutou sporu nad hrot a zvednutím kondensoru sporu sebereme. (Dickinson 1933.)

V těch případech, kdy není možno provést isolaci spory, můžeme použít



186. Pneumatický isolátor pro monosporickou isolaci hub.
Foto Lokvenc

Brownovy metody isolace hyfových vrcholků. Mikroskopem si vyhlédneme samostatný hyfový vrcholek, skleněnou kapilárou jej oddělíme od ostatního mycelia a přeneseme i s okolním agarem na novou živnou půdu. Kontrolu v nově naočkované misce provádíme většinou až druhého dne po očkování, poněvadž hyalinní vrcholek hyfy bývá zpočátku špatně viditelný.

Udržování čistých kultur

Získanou čistou kulturu bakterie nebo houby se snažíme udržet co nejdéle v živém a čistém stavu a chráníme ji před dodatečnou příměsí jiných mikroorganismů. Při tom je žádoucí, aby kultura nepodléhala dalším změnám, tj. mycelium nemá růst, konidie nemají klíčit a nemají se objevovat žádné známky degenerace.

187. Pneumatický isolátor namontovaný na mikroskopu.
Foto Lokvenc

Obyčejně očkujeme kultury na šikmý agar ve zkumavkách a čas od času je přeočkováváme. Doba, za kterou je nutno přeočkování opakovat, je různá podle druhu hub. Jednotlivé isoláty udržujeme ve dvojím až trojím opakování. Občas je vhodné měnit fytopatogenním houbám substrát a pěstovat je např. na původní hostitelské rostlině. Kultury udržujeme buď

při laboratorní teplotě nebo při nižší teplotě např. 8—12° C nebo až 2—4° C, tj. při teplotě, kdy kultura ještě nemrzne, ale růst organismů ustává. Jestliže kultury zaschnou, je možno je obnovit přelitím buď malým množstvím tekuté čerstvé živné půdy nebo ochlazenou agarovou půdou. Jestliže tento postup nevede k cíli, je možno jako východisko z nouze kulturu zahřát na teplotu 45° C po dobu 10 minut a pak ji inkubovat při normální teplotě. (Riker a Riker 1936.)

O jiných způsobech uchovávání kultur, jako je vysušení při velmi nízkém tlaku a při nízké teplotě nebo uchovávání kultur v písku, pojednává např. Kocková-Kratochvílová (1954).

Kultury během uložení mohou být někdy kontaminovány mikroorganismy, které přenáší drobný hmyz nebo roztoči. Proti roztočům lze bojovat tak, že do každé zamořené zkumavky vložíme krystalek p-dichlorbenzenu. Je také možno preventivně navlhčovat vnější konce vatových zátek v roztoku 95 ml 95% alkoholu, 0,5 g sublimátu, 5 ml glycerinu s přídavkem některého anilinového barviva. Kultura houby nesmí přijít do styku s tímto roztokem, proto máčíme čepičky vatových zátek až před uložením do sbírky.

Všeobecně platí, že nejlepší metodou boje proti nejrůznějším živočišným škůdcům sbírek mikroorganismů je udržování úzkostlivé čistoty.

Pěstování fytopatogenních organismů

Celou řadu fytopatogenních organismů lze pěstovat in vitro, tj. na živných půdách v Petriho miskách, zkumavkách atd. Podáme pouze přehled nejdůležitějších metodik pro pěstování parasitních hub, obecné údaje lze najít v příručkách mikrobiologické laboratorní techniky.

Živné půdy

Složení živných půd

Pro pěstování organismů se používají pevné a tekuté živné půdy (viz také Hampl 1946). Pevné půdy mají stejné složení jako tekuté půdy, ale jsou podle potřeby ztuženy větším nebo menším množstvím agaru. Místo agaru lze v některých případech použít pro ztužení také želatiny nebo křemičitanů (Duché a spol. 1949).

Půdy obsahující extrakty rostlin

Bramborový agar s glukosou: agar 30 g, brambory 200 g, glukosa 20 g, voda 1000 g. Oloupané a rozkrájené brambory vaříme s vodou v páře po dobu 1 hodiny, čirou tekutinu slijeme, doplníme vodou na původní objem, přidáme glukosu a agar, rozdělíme do zkumavek a sterilisujeme.

Sladový agar: sladový extrakt (Kandol) 30 g, agar 15 g, voda 1000 g.

Sterilisovaná rostlinná pletiva

Bramborové klínky: brambory na povrchu očistíme, korkovrtem z nich vyřežeme válečky o průměru něco menším, než je průměr zkumavky, a válečky šikmo seřízneme. Na dno zkumavek se vloží nejprve kousek

ovlhčené vaty, malá skleněná tyčinka a pak teprve klínky základnou obrácené ke dnu. Sterilisujeme v autoklávu. Při použití speciálních zkumavek Rouxových nemusíme klínky podkládat.

Podobně lze připravit sterilisovaná pletiva jiných rostlin, např. řepy, rajčat, nezralých lusků fazolí atd.

Rostlinné explantáty jako živné půdy

Pro pěstování některých obligátních parasitů je třeba použít rostlinných pletiv jejich hostitelů.

Tak např. pro pěstování plísně bramborové se dosud používá kotoučů z bramborových hlíz. Připravíme si vysterilisované zkumavky s malým množstvím vody na dně a zdravé hladké hlízy brambor střední velikosti. Hlízy pečlivě omyjeme kartáčem pod tekoucí vodou, ponoříme je na 5 minut do 0,1% roztoku sublimátu, opláchneme ve sterilní vodě a přeneseme je na místo umožňující aseptickou práci. Hlízu nabodneme ožehnutou a zchladlou vidlicí a sterilním nožem seřízneme povrchová pletiva. Při práci je třeba nůž častěji oplachovat v 70% alkoholu a opalovat. Jestliže se příliš pokryje slizem, je třeba jej vyměnit za čistý. Oloupanou hlízu rozkrájíme na hranolky asi 4 cm dlouhé o základně odpovídající šířce zkumavky. Sterilní pinsetou je přeneseme do zkumavek. Je třeba pracovat rychle, ale s velkou pečlivostí. Zkumavky po několik dní inkubujeme při laboratorní teplotě a kontaminované zkumavky vyloučíme.

Příprava explantátů z vinné révy (Morell 1948). Mladé výhony zbavíme listů, úponků, nastříháme na kratší kousky, ponoříme do 95% alkoholu, po několika vteřinách vytáhneme a ponoříme do roztoku chlorového vápna (70 g/litr). V tomto roztoku je necháme půl hodiny, pak je vyjmeme, osušíme sterilním filtračním papírem, dvakrát opláchneme sterilní vodou, dáme mezi dva kusy sterilního filtračního papíru, pokožku odstraníme skalpelem, znovu ponoříme do 95% alkoholu, omyjeme sterilní vodou a rozkrájíme na kousky 1,5 až 2 cm dlouhé. Nařezané výhony si zachovávají polaritu; pouze část basální je schopna dále růst. Proto je třeba špalíčky zasadit do živné želatiny obráceně. Explantáty pěstujeme ve sterilních zkumavkách. Jako živiny používáme těchto roztoků:

Schoperův roztok:

voda	1000 ml
glukosa	1 g
asparagin	1 g
$MgSO_4 . 7H_2O$	0,5 g
KH_2PO_4	1,5 g

Köglův roztok:

voda	1000 ml
NH_4NO_3	5 g
KH_2PO_4	1 g
$MgSO_4 . 7H_2O$	0,5 g
NaCl	0,1 g
$CaCl_2$	0,01 g

Atmosféra musí být nasycena parami. Tímto postupem lze získat asi 90% sterilních kultur.

Menší rostlinky je možno celé pěstovat asepticky na živných půdách a používat jich pro pěstování obligátních parasitů. Pro vypěstování takových rostlin musíme semena desinfikovat.

Synthetické půdy

Houby můžeme pěstovat na některé vyzkoušené synthetické půdě, označované obvykle jménem badatele, nebo můžeme poměr živin různě upravovat. Soli používané pro přípravu živných půd musí být chemicky čisté. V těchto chemikáliích bývá obyčejně dostatečné množství mikroelementů nutných pro růst většiny hub, jen železo, zinek a mangan se většinou musí zvlášť přidávat. Pokud si připravujeme půdu s dosud nevyzkoušenou kombinací živin, je výhodné předem si připravit zásobní roztok uvedených mikroelementů, jenž obsahuje v jednom mililitru 0,1 mg Fe^{+++}, 0,1 mg Mn^{++} a 0,05 mg Zn^{+} (Lilly a Barnett 1951). Zásobní roztok připravíme tak, že v odměrné baňce se 600 ml destilované vody rozpouštíme 723,5 mg $Fe(NO_3)_3 . 9 H_2O$, 439,8 mg $ZnSO_4 . 7 H_2O$ a 203,0 mg $MnSO_4 . 4 H_2O$. Do baňky přidáváme chemicky čistou kyselinu sírovou, až získáme čirý roztok. Pak baňku doplníme na 1 litr destilovanou vodou. Na jeden litr živné půdy je třeba 2 ml zásobního roztoku mikroelementů. Jako zdroj uhlíku bereme zpravidla některý cukr, a to v množství 10 až 25 g/litr. Jako zdroj dusíku použijeme buď některou anorganickou sůl nebo některou organickou sloučeninu dusíku, obyčejně v množství 2 g/litr.

Nyní bude uvedeno jako příklad několik nejběžnějších živných synthetických půd:

Raulinův roztok:

destilovaná voda	1500	ml
sacharosa	70	g
kyselina vinná	4	g
vinan amonný	4	g
fosforečnan amonný primární	0,6	g
uhličitan draselný	0,4	g
uhličitan hořečnatý	0,4	g
síran amonný	0,25	g
síran zinečnatý	0,07	g
síran železnatý	0,07	g
křemičitan draselný	0,07	g

Reakce pH tohoto roztoku se upravuje na 2 až 3. Je velmi vhodný jako výběrová živina, neboť v kyselém prostředí bakterie nerostou.

Czapkova-Doxova živná půda:

glukosa	40	g
dusičnan sodný	3	g
primární fosforečnan draselný	1	g
síran hořečnatý krystalický	0,5	g
chlorid draselný	0,5	g
síran železnatý	0,01	g
agar	25	g
destilovaná voda	1000	g

Kyselost se upravuje na 6,8. Připravuje-li se agar, dává se rozehřívat bez síranu železnatého; ten se přidává do nádobek až před plněním. Také

se přidává 5 % kvasničného autolysátu. Czapkova-Doxova živná půda jako roztok je dobrou živinou, jako agar je méně vhodná.

Fuhrmannův M-roztok pro důkaz asimilace:

primární fosforečnan draselný	1	g
chlorid vápenatý	0,1	g
krystalický síran hořečnatý	0,3	g
chlorid sodný	0,1	g
chlorid železitý	0,01	g
destilovaná voda	1000	ml

Zdroje uhlíku a dusíku se přidávají podle potřeby.

Richardsův roztok:

voda	1000	ml
dusičnan draselný	10	g
primární fosforečnan draselný	5	g
krystalický síran hořečnatý	2,5	g
chlorid železitý	0,02	g
sacharosa	50	g

Připravuje se jako Czapkův roztok.

Sterilisace půd

Při sterilisaci je nejvýhodnější zahřívat půdu v autoklávu po dobu 20 minut při 1 přetlakové atmosféře. Při nižším tlaku není sterilisace spolehlivá, pokud neprodloužíme v odpovídajícím poměru dobu sterilisace. Někdy dokonce ani dvacetiminutové zahřívání při 1 přetlakové atmosféře nedostačuje. Bývá to v těchto případech: 1. jestliže nebyl vypuzen všechen vzduch z autoklávu, 2. jestliže jsou půdy kontaminovány termoresistentními bakteriemi, což bývá, pracujeme-li se silně znečištěným materiálem nebo s prstí. Termoresistentní organismy usmrtíme tak, že půdy rozdělíme do menších zkumavek a dobu sterilisace prodloužíme. Je-li půda rozdělena po 50—100 ml, sterilisujeme 45 minut, je-li půdy několik litrů v jedné láhvi, sterilisujeme až 2 hodiny. O sterilisaci párou pojednává podrobněji Underwood (1934).

V některých případech je sterilisace pod tlakem nevhodná, poněvadž některé látky, jako bílkoviny, se zčásti rozkládají, a cukry dokonce karamelisují. Tyto změny nemají zpravidla vliv na růst mikroorganismů. Avšak tam, kde jde o fysiologické studium, je třeba těmto změnám zabránit. Postupujeme tak, že různé složky půdy sterilisujeme odděleně v neutrálním roztoku a potom je asepticky smísíme. Můžeme také použít přerušované sterilisace v proudící páře: půdu zahříváme první den, až usmrtíme vegetační stadia mikroorganismů, pak sterilisaci přerušíme a opakujeme ji ještě po dva po sobě následující dny.

Pro ještě nižší teploty (60 — 65° C) se použije varu za podtlaku nebo zahřívání ve vodní lázni. Sterilisaci je třeba několikrát opakovat. Pro plnění půd musíme používat sterilní zkumavky a zátky.

Pro sterilisaci elektrod, jimiž měříme pH půd, se také používá ultrafialového světla. Jestliže tímto způsobem chceme sterilisovat živné půdy, musíme sterilisaci provést v křemenných nádobách.

Sterilisaci půd, které by se mohly teplem biologicky znehodnocovat nebo jinak rozkládat, je možno provést filtrací bakteriologickými filtry. Hlavní nesnáz této metody je v tom, že sterilisace trvá dlouhou dobu, že je třeba zvláštního zařízení a že není zaručena plná sterilita. Poněvadž mikroorganismy dříve nebo později projdou nebo prorostou filtry, doporučuje se plnit filtrovanou půdu do menších sterilních zkumavek nebo baněk, označit jejich pořadí a inkubovat při laboratorní teplotě, abychom se přesvědčili o sterilitě půd.

Reakce (pH) živných půd

Kyselost prostředí je často kritickým činitelem pro růst mikroorganismů. Četné půdy nepotřebují žádnou úpravu, některé však bývají příliš kyselé. Pro hrubší práci, a nedojde-li k vysrážení živin, můžeme alkalisovat půdy přebytkem uhličitanu vápenatého, 3—4 g na litr. Pro přesnější práci je třeba pH nejdříve změřit a pak ji upravit přidáním kyseliny nebo zásady. Pro úpravu kyselosti používáme koncentrovaných roztoků, abychom půdu příliš nezředili.

Reakce živných půd může být určena změřením: 1. veškeré titrovatelné neboli reservní kyselosti, 2. aktuální kyselosti neboli koncentrace vodíkových iontů (pH). Oba způsoby mají svůj význam. Prostředí, které obsahuje určité množství kyseliny octové, může být vhodné pro kultivaci mikroorganismů, kdežto stejné množství kyseliny solné by učinilo toto prostředí nevhodným. Je to způsobeno různým stupněm disociace kyselin; u kyseliny solné je větší koncentrace vodíkových iontů. Titrovatelná kyselost prostředí jak s kyselinou octovou, tak s kyselinou solnou by měla stejnou hodnotu. Budeme-li však měřit koncentraci vodíkových iontů, v prostředí s kyselinou solnou naměříme nižší pH. Koncentrace vodíkových iontů má mnohem větší význam pro kultivaci mikroorganismů a o jejím určování se v literatuře pojednává mnohem častěji.

Vhodnost půdy pro kultivaci často závisí na její schopnosti vyrovnávat změny pH, které vznikají při růstu bakterií nebo hub (pufrovací schopnost). Pufrovací schopnost málo pufrovaných půd je možno zvýšit přídavkem pufrů.

Půdy jako želatina nebo agar s kukuřičnou moukou bez peptonu jsou tak málo pufrované, že jakmile některé organismy na nich počnou růst, pH se posune na hranici tolerance. Naproti tomu půdy obsahující pepton nebo fosfáty jsou dostatečně pufrovány, takže organismy na nich mohou růst po dlouhou dobu, aniž se pH znatelně změní. V takových půdách musíme zjišťovat množství vytvořených kyselin nebo zásad titrací s fenolftaleinem.

Aktuální kyselost půd je možno určovat kolorimetricky indikátory nebo indikátorovými papírky nebo potenciometricky přístroji jako ionoskop, titroskop, multoskop aj.

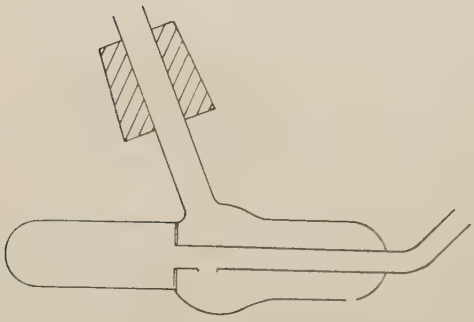
Při měření pH pevných půd je třeba dbát na některé zvláštnosti. Nejjednodušeji měříme pH skleněnou nebo chinhydronovou elektrodou. Rozsah měření chinhydronovou elektrodou je pouze pH 2,0—7,1. Někdy se doporučuje zředit půdu před měřením pětinásobným množstvím destilo-

vané vody, aby půda byla tekutá. Tímto zředěním se pH změní o 0,1—0,2. Při měření chinhydronovou elektrodou se doporučuje číst hodnotu pH za 1 minutu po ponoření elektrody do půdy. (Tilford 1935.)

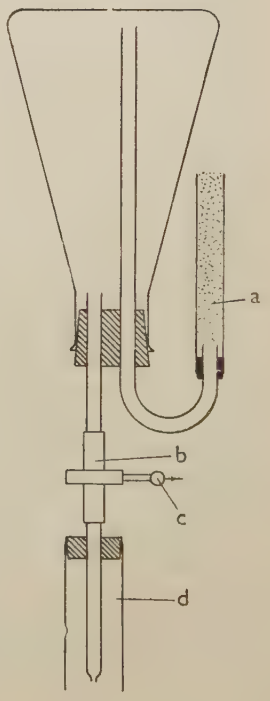
Rozdělování půd do kultivačních nádob

Tekuté půdy rozdělujeme snadno do kultivačních nádob pipetováním. U pevných půd je dělení poněkud obtížnější; rozdělujeme je buď pipetou nebo nálevkou upravenou pro filtraci za horka. Při používání pipety musíme dbát, aby agar v pipetě neztuhl. Ztuhlý agar z pipet nejlépe odstraníme vyvařením pipet v autoklávu. Pro plnění zkumavek stále stejným množstvím agaru je možno používat zvláštního poloautomatického plniče (obr. 188). Při přípravě šikmých agarů plníme zkumavky roztopenou živnou půdou v množství asi 5 ml do jedné zkumavky a pak teprve půdu sterilisujeme. Pro plnění Petriho misek půdu rozdělenou ve zkumavkách (v množství asi 10—15 ml) nejdříve rovněž sterilisujeme a pak ji naléváme do vysterilisovaných Petriho misek, které předem sterilisujeme horkým vzduchem. Při plnění zkumavek je třeba dbát na to, abychom agarovou půdou nepotřísnili okraje zkumavek, poněvadž pak se na hrdlo přilepí vatová zátka. Tato zátka musí být tak pevná, že zkumavku za ni můžeme vyzvednout, aniž zátka vyklouzne.

V některých případech je třeba asepticky rozdělovat půdy až po sterilisaci. Při malém množství půd možno použít sterilní pipety; jedna sterilní pipeta stačí pro postupné naplnění 12 zkumavek. Horní ústí pipet uzavřeme před sterilisací vatou. Při větším provozu je výhodné použít zařízení zobrazeného na obr. 189. Celé zařízení je nutno před použitím vysterilisovat.



188. Poloautomatický plnič agarových živných půd.



189. Zařízení pro aseptické plnění zkumavek agarovou živnou půdou; a — vatový filtr, b — gumová hadice, c — tlačka, d — ochranný kryt.

Tvorba spor

Jedním ze základních předpokladů pro určení parasita je přimět jej k tvorbě rozmnožovacích orgánů. U některých hub je velmi obtížné na umělých půdách dosáhnout sporulace. V mnoha případech se spory tvoří za odlišných podmínek, než jsou optimální podmínky pro vegetativní růst. K metodám ovlivňujícím tvorbu spor patří především různé kvalitativní a kvantitativní fysiologické změny prostředí: omezení zdroje uhlíku v půdě, omezení zdroje dusíku v půdě, změna pH půdy, zvláště snížení pH, pěstování hub na sterilisovaných hostitelských pletivech, postupné vysušování půdy, dlouhodobá inkubace, inkubace při vysoké nebo při nízké teplotě nebo při střídavých teplotách. Někdy se spory tvoří pouze v kulturách, kde bylo použito jako inokula spor místo mycelia, jindy spory vznikají pouze na denním nebo na umělém světle. Také traumatisace (rozkrájení mycelia) může být popudem ke sporulaci.

Klíčení spor

Dalším důležitým diagnostickým znakem pro četné houby je způsob a průběh klíčení spor. Obecně podporují klíčení podmínky, které jsou současně příznivé pro vývoj mycelia. Mycelium se však může vyvíjet i za podmínek, za nichž spory neklíčí. Klíčení ovlivňují četné vnitřní a vnější faktory, jako je stáří a zralost spor, permeabilita stěn, teplota, vlhkost, světlo, přístup vzduchu, pH prostředí, antagonistické působení jiných organismů apod.

Klíčení spor je možno pozorovat různým způsobem. Nejobvyklejší způsob je pozorování klíčení ve visuté kapce, ovšem přístup vzduchu je přitom velmi omezen. Pro speciální studia, např. metabolismu pozorovaného organismu, kde záleží na výměně plynů, je možno upravit vlhkou komůrku Böttcherovu tak, že ji spojíme tenkými skleněnými trubičkami s vnějším prostředím nebo se zdrojem určitého plynu.

Jiný způsob pozorování klíčení spor popisuje Parris (1944). Připravíme si řadu vlhkých komůrek tak, že na horní i spodní víčka Petriho misek o průměru 10 cm dáme kotouče filtračního papíru ovlhčené vodou. Do spodní misky položíme dvě skleněné tyčinky dlouhé asi ¾ šíře dna. Opálenými kleštěmi uchopíme čisté podložní sklo, ponoříme je do 96% alkoholu a opálíme v plameni. Jakmile alkohol na sklíčku shořel a sklíčko poněkud zchladlo, polijeme jednu jeho stranu malým množstvím roztopeného agaru. Přebytek agaru necháme odtéci, aby vrstva byla co nejtenší. Takto připravená sklíčka uložíme do Petriho misek, kde jsou chráněna před případnou kontaminací. Naočkování provedeme poprášením agarové vrstvy malým množstvím spor. Pro pozorování klíčení spor vyjmeme podložní sklo z Petriho misky, položíme je na stolek mikroskopu a pozorujeme při malém zvětšení. Kontaminace ze vzduchu je celkem bezvýznamná.

Abychom nemuseli vyjímat podložní skla z Petriho misek, dáme na dno filtrační papír s kruhovým výřezem, který při pozorování umístíme nad kondensor.

Regulace vlhkosti při klíčení spor

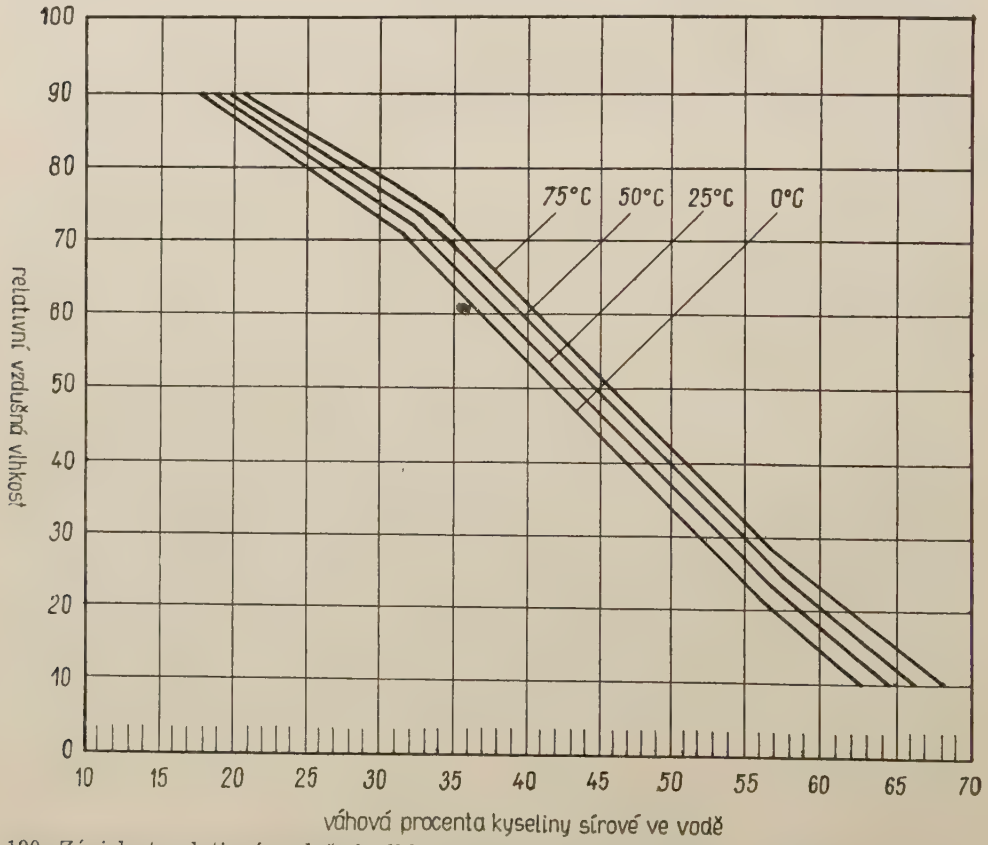
Určitou vlhkost v uzavřených prostorách můžeme regulovat a udržovat buď roztoky kyseliny sírové nebo koncentrovanými roztoky některých solí.

Relativní vlhkost 0 % je možno dosáhnout v prostoru nad P_2O_5 sicc. nebo $CaCl_2$ sicc., 100% relativní vlhkost je v prostoru nad destilovanou vodou.

Výhody kyseliny sírové: Pro různý stupeň vlhkosti je možno používat pouze jednu chemikálii. Vlhkost je možno odstupňovat v souvislou řadu (obr. 190). Nevýhody: Jakmile spadnou do kyseliny organické látky, vytváří se pozvolna SO_2 a SO_3, které nepříznivě ovlivňují životní pochody hub. Roztoky kyseliny je nutno občas vyměňovat.

Výhody koncentrovaných solí: Případná příměs organických látek neovlivňuje nijak podstatně průběh pokusu. Roztoky není třeba tak často vyměňovat. Nasycené roztoky se snadněji připravují, stačí ovlhčit příslušnou sůl. Nevýhody: Je třeba celé řady chemikálií. Nelze vytvořit tak souvislou řadu vlhkosti jako s kyselinou sírovou (obr. 191). Chemikálie nesmějí být těkavé.

V pokusných nádobách se klidný vzduch velmi pomalu vyrovnává na žádaný stupeň vlhkosti. Z toho důvodu se doporučuje používat ploché nádoby, v nichž by regulující soli nebo roztoky měly co největší povrch. Velmi vhodné pro pokusy jsou dvě Petriho misky stejného průměru slepené leukoplastí. (Zwölfer 1932.)



190. Závislost relativní vzdušné vlhkosti na koncentraci kyseliny sírové při různých teplotách.

Podle Wilsona a Zwölfera

Tabulka 16

Složení a koncentrace roztoků používaných pro udržování určitých stálých vlhkostí při 20° C

(podle Claytona 1942)

Chemikálie	Koncentrace roztoku	Teoretická relativní vlhkost v procentech
Redestilovaná voda . .		100,0
Sacharosa	0,10 molární	99,85
Sacharosa	0,20 molární	99,62
Sacharosa	0,30 molární	99,43
Sacharosa	0,40 molární	99,24
Sacharosa	0,50 molární	99,04
Sacharosa	0,60 molární	98,86
Sacharosa	0,70 molární	98,65
Sacharosa	0,80 molární	98,45
Sacharosa	0,90 molární	98,24
Sacharosa	1,00 molární	98,03
$H_2C_2O_4 . 2H_2O$ . .	nasycený	96,0
$Na_2HPO_4 . 12H_2O$ . .	nasycený	95,0
$Na_2SO_4 . 10H_2O$ . . .	nasycený	93,0
K_2HPO_4	nasycený	92,0
K_2CrO_4	nasycený	98,0
$(NH_4)_2SO_4$	nasycený	81,0
$Mg\ (C_2H_3O_2)_2 . 4H_2O$ . .	nasycený	65,0
$Ca\ (NO_3)_2 . 4H_2O$ . .	nasycený	55,0
$CaCl_2 . 6H_2O$	nasycený	32,0
$KC_2H_3O_2$	nasycený	20,0
$CaCl_2$	bezvodý	0,0

Clayton (1942) ke svým pokusům použil zavařovací sklenice objemu asi 1 litru. V každé sklenici bylo 250 ml regulačního roztoku nebo vody. Byly použity chemikálie pro analysu. Roztoky cukrů byly zahřívány na 70° C po dobu 10 minut, aby se inaktivovaly enzymy, jež by v těchto roztocích po případě mohly být. Do každé sklenice bylo přidáno 50 mg manganistanu draselného, aby byl znemožněn růst saprofytních organismů. Zavoskované sklenice byly vloženy do vodní lázně, jejíž teplota byla udržována s přesností 0,02° C. Aby se nevytvořily vlhkostní zóny, bylo celým zařízením mírně kolébáno. Spory byly naneseny na sklíčka nebo na parafinové a jiné povlaky.

Určování parasitních hub

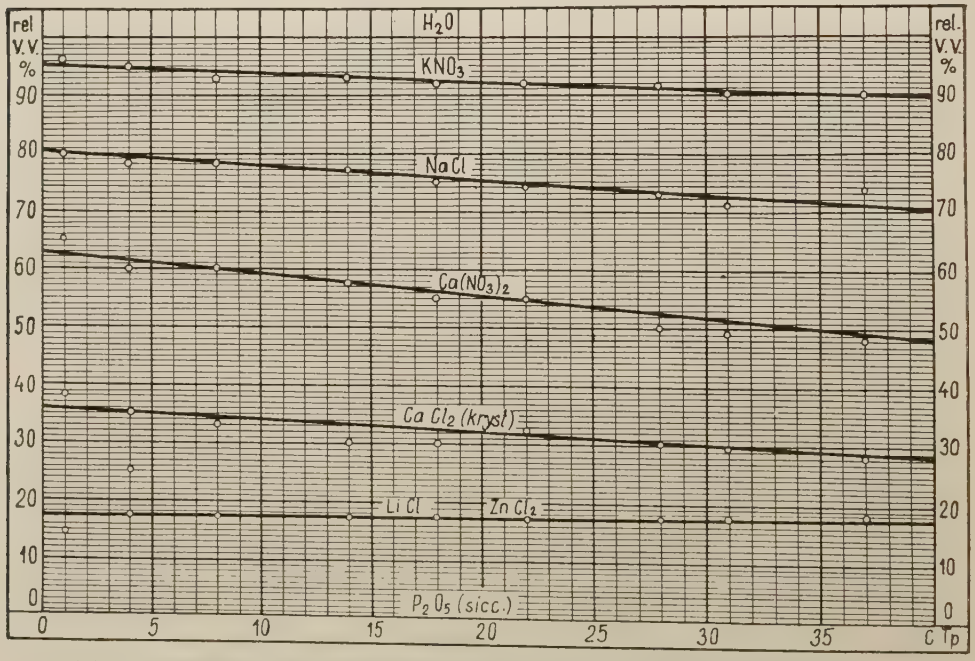
Určování hub je velmi obtížná práce, vyžadující předběžnou povšechnou orientaci o morfologických a fysiologických vlastnostech hub a jejich systému (viz stať o houbových parasitech v této publikaci, dále Cejp 1957, Bessey 1951, Gäumann 1926, 1949, Moreau 1953, 1954, Wolf a Wolf 1948, 1949), znalost vývojových cyklů hub a často je třeba mít po ruce již určený srovnávací materiál. K získání erudice v určování je nejlépe určovat typické zástupce hub těch skupin systému, které jsou důležité pro fytopatologii a které jsou uloženy v suchém stavu jako dokladový materiál již určený v odborných institucích. Ve fytopatologické praxi se často používá jako výchozí pomůcky soupisu parasitů, kteří se vyskytují

na orgánech nejrůznějších rostlin (Oudemans 1919—1924) nebo popisů symptomů ochoření na hospodářsky důležitých rostlinách (Kirchner 1923). Při určování postupujeme tak, že si vyhledáme v seznamu hostitelů druh, na němž jsme parasita našli, a pak v užší skupině parasitů, na určitém orgánu nebo vývojovém stadiu rostliny se snažíme parasita určit podle jeho charakteristických morfologických znaků a symptomů ochoření. Každé určení podle symptomů je však třeba doplnit srovnáváním se systematicky důležitými botanickými znaky parasita, které bývají obsaženy v monografiích čeledí a rodů.

Z vlastní techniky určování bude probírána pouze technika měření okulárovým mikrometrem, mikroskopování herbářového materiálu a určování chemické skladby jednotlivých buněčných součástí.

Měření okulárovým mikrometrem

Velikost spor, po případě jiných orgánů hub, tvoří jeden ze základních diagnostických prvků pro určování hub. Abychom získali spolehlivé výsledky, je třeba provést větší počet měření. Takové soubory 100 a více měření, při nichž zjišťujeme délku, šířku a po případě jiné rozměry, se pak zpracovávají statistickými metodami, které dávají přehled o směrodatných odchylkách a celkové variabilitě organismu. Tato pracná měření lze někdy nahradit pouze tím, že v určitém souboru vyhledáme a změříme několik nejmenších a největších spor. Doporučuje se všechna měření a výpočty provést dříve, než nahlédneme do literatury, aby naše vlastní zjištění nebylo ovlivňováno údaji uváděnými v literatuře.



191. Přehled některých solí, jejichž koncentrovaných roztoků lze používat pro udržování určité relativní vlhkosti a vliv teploty na stupeň vlhkosti.
Podle Zwölfera

Tabulka 16

Tabulka pro měření okulárovým mikrometrem

(Lumipan — okulár K 7 x)

Obj. Apo 10/0,30 : 1 d. ok. m. = 11,6 μ

1 d. = 11,6	6 d. = 69,6
2 d. = 23,2	7 d. = 81,2
3 d. = 34,8	8 d. = 92,8
4 d. = 46,4	9 d. = 104,4
5 d. = 58,0	10 d. = 116,0

Obj. Apo 20/0,65 : 1 d. ok. m. = 5,3 μ

1 d. = 5,3	6 d. = 31,8
2 d. = 10,6	7 d. = 37,1
3 d. = 15,9	8 d. = 42,4
4 d. = 21,2	9 d. = 47,7
5 d. = 26,5	10 d. = 53,0

Obj. Apo 40/0,95 : 1 d. ok. m. = 2,7 μ

1 d. = 2,7	6 d. = 16,2
2 d. = 5,4	7 d. = 18,9
3 d. = 8,1	8 d. = 21,6
4 d. = 10,8	9 d. = 24,3
5 d. = 13,5	10 d. = 27,0

Při vlastním měření okulárovým mikrometrem je třeba upozornit, že hodnoty dílků okulárového měřítka se mění s délkou výtahu. Toho můžeme s výhodou použít u tubusů s měnitelnou délkou při sestavování tabulek pro měření, aby nám hodnota jednoho dílku okulárového mikrometru vyšla v celých μ nebo 0,5 μ. Abychom si urychlili vlastní měření a nemuseli vždy znovu násobit základní hodnotu okulárového mikrometru (mikrometrický koeficient) počtem změřených dílků, sestavíme si do tabulky hodnoty 10 dílků pro každý objektiv.

Spory obvykle měříme ve vodním preparátu nebo v laktofenolu. Někdy při měření, ale zvláště při fotografování, vadí Brownův pohyb spor. Můžeme jej vyloučit např. rozetřením suspense spor na tenkou agarovou vrstvu, kterou necháme poněkud oschnout a po případě ji překryjeme krycím sklem, nebo spory uzavíráme do viskosnějších prostředí, jako je glycerinová želatina.

Pro měření malých spor jsou výhodné negativní preparáty v nigrosinu. Připravíme je tak, že spory smícháme s roztokem nigrosinu, tence je rozetřeme na podložním sklíčku a vysušíme. Jestliže je preparát dobře připraven, pozorujeme bílé spory na černém pozadí. I když se spory při sušení poněkud smršťí, je dána jejich původní velikost dvůrkem v černém barvivu. Tato metoda je vhodná také pro měření velikosti bakterií.

Pro měření malých hyalinních spor lze velmi dobře použít fázového kontrastu.

Mikroskopování herbářového materiálu

Při určování větších souborů parasitů máme často k disposici pouze sušený materiál, buď parasity na sušených rostlinách nebo přímo sušené

plodnice hub. Při přípravě preparátu ze sušených hub je třeba učinit určitá opatření, aby se smrštěné stěny hub opět vyrovnaly.

Postupujeme při tom tak, že kousek mycelia nebo spory přeneseme do kapky vody, přikryjeme krycím sklíčkem a pak vedle krycího sklíčka naneseme kapku kyseliny mléčné, která po vypaření vody sama vyplní prostor mezi podložním a krycím sklíčkem. Vypařování vody je možno urychlit vysátím vody filtračním papírem. Je možno také přenést spory přímo do kyseliny mléčné. Někdy je výhodné zahřát příliš tmavý objekt v kyselině mléčné, až začnou vystupovat páry, poněvadž tím se tmavé struktury prosvětlí a lze pak pozorovat více podrobností (např. klíční póry).

Někteří pracovníci při uzavírání objektů dávají přednost laktofenolu a glycerinové želatině. Někdy se doporučuje také prosvětlovat příliš tmavé struktury 2—10% roztokem hydroxydu draselného nebo sodného, avšak tyto chemikálie brzo ničí jemné struktury.

Určování chemické skladby některých buněčných součástí

Pro studium houbových parasitů je třeba někdy provádět orientační analysu o složení některých složek buňky. Vcelku se používají táž barviva jako v rostlinné cytologii. Zde uvádíme pouze některé charakteristické reakce buněčných složek s barvivy. (Moreau 1953.)

Jodjodkali (KJJ) barví modře amyloid mnohých blan (např. hyfy *Dematium* sp.) nebo modře až zeleně hemicelulosy.

Vodní modř (Colton blue) barví modře kallosu.

Rutheniová červeň barví pektinové sloučeniny.

Chlorzinkjod barví fialově mladé celulosní blány.

Pro důkaz chitinu je třeba objekt nejdříve zahřát v roztoku louhu draselného na 180° C a vzniklý chitosan se barví jodjodkaliem hnědofialově.

Některé metody používané v patologické histologii

Běžné botanické histologické metody jsou popsány zevrubně na mnoha místech (Prát 1944, Kavina, Klečka 1932, Johanson 1940).

U fytopatologického materiálu se doporučuje pracovat pokud možno s čerstvým materiálem. Pokud pozorujeme trvalé barvené preparáty, doporučuje se kontrolovat je s čerstvým materiálem, protože v barvených preparátech vznikají často artefakty.

Fixáže

Nejčastěji používaná fixáž v botanické mikrotechnice je:

formalin — kyselina octová — alkohol (FAA)

50% (70%) alkohol ethylnatý	90 ml
ledová kyselina octová	5 ml
formalin	5 ml

Tato fixáž se nehodí pro studium chromosomů. Materiál je v ní možno nechávat po libovolně dlouhou dobu. Nejkratší doba pro fixaci je 18 hodin.

Pikroformol Bouinův:

formalin 40% . . . . . 1 díl
destilovaná voda . . . . . 3 díly
kyselina pikrová . . . . . v přebytku
ledová kyselina octová — před upotřebením přidat na 100 ml fixáže 5 ml.

Doba fixace je 3—8 dní. Pereme v 80% alkoholu, který třikrát měníme.

Flemingova fixáž

	a) slabá	b) silná
10% vodný roztok kyseliny chromité	1,5 ml	3,1 ml
10% vodný roztok kyseliny octové	1,0 ml	30,0 ml
2% osmičelá kyselina ve 2% roztoku kyseliny chromité	5,0 ml	12,0 ml
destilovaná voda	96,5 ml	11,9 ml

Roztoky je třeba připravovat až před použitím. Doba fixace je 2—3 dny, vypírání 2—3 hodiny v tekoucí vodě.

Pro odstranění povrchového napětí pletiv je výhodné přidávat k fixážím asi 1 % saponinu nebo 0,2 % ethylacetátu nebo methylacetátu.

Barvení

Pro cytologické barvení se často používá železitého hematoxylinu. Dehtová barviva zpravidla barví dobře, ale špatně se diferencují. Jiným častým barvivem je safranin a Fast Green. Tato dvě barviva se používají např. v této modifikaci:

Materiál fixujeme formalinem s kyselinou octovou (FAA) po 48 hodin, dokud neklesne ke dnu. Po rozřezání řezy přeneseme do 10% glycerinu, jenž je silně růžově zbarven safraninem. Pak řezy dáme do sušárny, až glycerin zhoustne. Glycerin nahradíme absolutním alkoholem. Řezy pak přeneseme do absolutního alkoholu, jenž obsahuje 0,2 % barviva Fast Green a barvíme 24 hodiny. Alkohol nahradíme 10% roztokem benátské pryskyřice v absolutním alkoholu, řezy dáme v porcelánové misce do exsikátoru, a až prostředí zhoustne, uzavřeme do balsámu. Této metody se používá pro zpracování epifytických hub, zvláště padlí.

Pro diferenční barvení houbových parasitů v hostitelském pletivu bylo navrženo mnoho různých metod.

Barvení parasitů ve dřevě

Připravíme si roztok I (1 g safraninu ve 100 ml vody) a roztok II (nasycený roztok vodní modři - 25 ml, nasycený vodný roztok kyseliny pikrové - 100 ml). Řezy barvíme nejprve v safraninu. Často stačí ponořit řezy do barviva a hned je vyjmout. Pak je zahříváme v roztoku II až skoro k varu. Po zahřátí je vyjmeme a destilovanou vodou vymyjeme všechno patrné modré barvivo, pak je vypíráme v alkoholové řadě a nakonec v absolutním alkoholu. Vyjasňujeme v hřebíčkovém oleji a konečně uzavřeme do kanadského balsámu. Plasmatický obsah hyf je modrý, stejně tak i pa-

renchymatické buňky, sítkovice a kambium. Korkové buňky jsou červené, stěny trachejí matně červené.

Barvení 10% roztokem dusičnanu stříbrného. Několik kapek dusičnanu přidáme do destilované vody, v níž jsou uloženy řezy na hodinovém sklíčku. Po 12 hodinách jsou hyfy hub červenohnědě až temně hnědě sytě zbarveny, zatím co dřevo má jen světlý, žlutohnědý odstín. [Podle Rypáčka (1957), kde je odkaz na další metody a literaturu].

Pianeze III B (Simmons a Shoemaker 1952)

Řezy vypereme třikrát v xylénu, abychom odstranili parafin, pak je přeneseme vždy na 5 minut do alkoholové řady: 95%, 70% a 50%. Barvíme barvivem Pianeze III B (malachitová zeleň 0,5 g, kyselý fuchsin 0,1 g, Martiova žluť 0,01 g, destilovaná voda 150 ml, 50 ml 95% alkoholu) aspoň 45 minut na podložním sklíčku, přidáme několik kapek absolutního alkoholu, po půl až jedné minutě přidáme kyselý alkohol (95% alkohol a několik kapek HCl), opět absolutní alkohol a po 1—2 minutách vyjasníme v hřebíčkovém oleji. Přes xylén uzavřeme do kanadského balsámu. Mycelium je jasně růžové, hostitelské buňky jsou zelené.

Rutheniová červeň (Ferrari 1930).

Řezy barvíme nejdříve v roztoku rutheniové červeně (0,01 g v 16 ml destilované vody), pak je máčíme v 10—20% roztoku uhličitanu draselného. Mycelium je oranžové, pletivo hostitelské rostliny bezbarvé.

Uzavírání preparátů

Pro řezy zhotovené volnou rukou nebo pro houbové mycelium a klíčící spory používáme k uzavírání Amannův laktofenol (kyselina karbolová krystalická 10 g, kyselina mléčná 10 g, glycerin 20 g, destilovaná voda 10 ml). Toto prostředí zabraňuje smrštění tkání. Někdy se do laktofenolu přidávají stopy barviv, jako je safranin, vodní modř, poněvadž lze tak lépe diferencovat některá pletiva. Preparáty uzavřené v laktofenolu a opatřené rámečkem vydrží několik měsíců.

Při uzavírání preparátů můžeme postupovat také takto: Řezy listů nebo drobné kousky materiálu ze zelených částí rostlin dáme do stejných dílů absolutního ethylalkoholu a ledové kyseliny octové na tak dlouhou dobu, dokud není odstraněn chlorofyl. Potom je dáme na podložní sklíčko a přidáme několik kapek laktofenolu, obsahujícího 1 % kyselého fuchsinu nebo 1 % vodní modři. Mírně zahříváme, až vycházejí páry. Pak barvivo slejeme, přidáme čistý laktofenol, abychom odstranili přebytek barviva, a opět zahříváme. Dáme do nasyceného roztoku chloralhydrátu na takovou dobu, až je preparát čirý. Uzavřeme do chloralhydrátu nebo v laktofenolu. Preparáty nejsou trvanlivé, avšak v čerstvém stavu bývají velmi dobré.

Jiné vodní uzavírací prostředí, které zachovává jasnost objektů, navrhli Thirumalachar a Narasimhan (1953). 20 g mleté arabské gumy rozpustíme ve 30 ml vody, až vznikne homogenní gel. Pak přidáme 10 g chloralhydrátu a 10 g dextrosy, směs slabě zahřejeme, přidáme 3 ml glycerinu a rozmícháme. Uzavřené preparáty sušíme při teplotě 40—45° C po 48 hodin, dokud prostředí neztuhne.

Trvalé preparáty se obyčejně uzavírají do kanadského balsámu. V některých případech jej lze nahradit umělými pryskyřicemi, např. plexisklem, které bylo změkčeno dibutylftalátem (Kramář 1954).

Bělení a vyjasňování preparátů

Přezimující stadia hub v opadalých listech mohou být pozorována většinou až po vyjasnění listů. Můžeme postupovat tímto způsobem: Vybrané části listů dáme do nasyceného vodného roztoku chloralhydrátu a ponecháme je v něm až do příštího dne nebo až do doby, kdy se pletivo vyjasní. Pak je několikrát opláchneme ve vodě, přeneseme do 10% hydroxydu draselného, kde je ponecháme, až hnědá barva zbledne. Dáme je do 95% alkoholu na 3 hodiny a pak na stejnou dobu do absolutního alkoholu, který aspoň jednou vyměníme. Znovu vyjasňujeme v roztoku kyseliny karbolové v terpineolu (40 ml karbolové kyseliny a 60 ml terpineolu). Opláchneme xylolem a uzavřeme do kanadského balzámu.

Vyjasňování je možno urychlit tak, že smícháme stejné díly chloralhydrátu a kyseliny karbolové a zahřátím je rozpustíme. Listy ponořené do této tekutiny mohou být vyjasněny za 20 minut.

Velmi účinným prosvětlovacím prostředkem je peroxyd vodíku. Používá se ho v této kombinaci:

peroxyd vodíku (10%)	10 ml
voda	200 ml
amoniak	1 ml

Prosvětlování je třeba sledovat a pak preparát pečlivě vymýt vodou.

Řezání zdřevnatělých pletiv

Vzorek dřeva rozřežeme na krychličky o hraně asi 1 cm. V některých případech lze dřevo řezat bez předběžného měkčení. Obyčejně je však třeba odstranit vzduch, což provedeme vařením dřeva v destilované vodě, až bloček klesne ke dnu. Některá dřeva je třeba předem změkčit, např. ponořením do roztoku z 1 dílu glycerinu, 2 dílů ethylalkoholu, 3 dílů vody. Změkčujeme týden i déle. Po změkčení je třeba některá dřeva ještě infiltrovat celoidinem. Dřevo řežeme na řezy síly 20—30 μ.

Řezání na zmrazovacím mikrotomu

I když zmrazovací mikrotom je v botanických laboratořích málo rozšířen, přece je jeho použití velmi výhodné při četných fytopatologických pracích. Používáme materiál fixovaný ve směsi FAA nebo čerstvý; ponoříme jej do roztopeného agaru a zalejeme do papírových krabiček podobně jako zaléváme objekt do parafinu. Po utuhnutí agaru přeneseme bloky na stolek zmrazovacího mikrotomu. Pro určení stupně zmrazení je třeba určité zkušenosti. Než začneme řezat, materiál musí na povrchu roztát do hloubky řezu. Roztávání můžeme urychlit kapkou 50% alkoholu.

Umělé infekce

Umělé infekce provádíme: 1. při studiu patogenity a fysiologie mikroorganismů, 2. při studiu odolnosti rostlin, 3. při studiu epidemií a 4. při zkoušení ochranných přípravků. Metody umělé infekce pro jednotlivé parasity jsou podrobně propracovány ve speciální části, zde budou probrány jen obecné zásady. Ve fytopatologických pokusech není možno spoléhat na

přirozenou infekci, protože ta závisí na mnoha náhodných faktorech. Metody umělé infekce bylo možno vypracovat na základě podrobných znalostí biologie parasita.

Na metody umělé infekce jsou kladeny tyto požadavky:

1. mají zajišťovat pokud možno silné napadení,

2. mají mít co nejmenší pravděpodobnost chyb,

3. mají umožňovat snadné provádění rozsáhlých sérií pokusů bez přílišných nároků na počet pracovníků, potřebnou dobu a technické zařízení,

4. mají vést v krátké době k výsledkům.

Tyto požadavky zdaleka nemohou být splněny u všech metod. Na vypracování úspěšné metody často pracuje více pracovníků v dlouhém časovém rozmezí.

Umělou infekci provádíme buď ve sklenících, nebo na poli. První způsob je nákladnější, ale umožňuje pracovat celý rok nebo většinu měsíců roku, takže lze dosáhnout dvou i více vegetačních cyklů hostitele. Ve skleníku může experimentátor ovládat důležité faktory, jako je teplota, vlhkost a osvětlení. V polních pokusech je pokusník odkázán na náhodnosti počasí a často jsou pokusy rušeny výskytem jiných chorob a napadením škůdci. Kromě toho je infekce možno provádět jen v krátkém časovém úseku roku a je nebezpečí, že infekce bude zavlečena na sousední pozemky, které neslouží pokusným účelům. Je to zvlášť důležité u karanténních chorob.

Při práci ve skleníku narážíme na některé technické potíže.

1. Ve sklenících stoupá teplota od jara s prodlužujícím se dnem, až dosáhne v červenci a srpnu takových hodnot, že bez zvláštních opatření by nebylo možno rostliny vůbec pěstovat. Často je třeba infekční pokusy na letní období přerušit. U některých obligátních parasitů však činí značné potíže uchovávání infekčního materiálu právě v tomto teplém období.

2. V zimě je ve sklenících nedostatečné osvětlení a rostliny je třeba osvětlovat uměle.

3. Ve sklenících je třeba provést čas od času důkladnou desinfekci, protože výhodné podmínky pro infekci jsou příznivé také pro rozvoj plevelných hub z rodu *Penicillium, Trichothecium* a jiných. Většinou jednou za rok uděláme přestávku v pokusech na jeden až dva měsíce a v této době provedeme desinfekci zařízení a výměnu půdy.

Umělé infekce napodobují více nebo méně přirozené infekční cesty. Probereme zde některé typy umělých infekcí.

1. Sázení rostlin do infikované půdy. Tento způsob volíme u těch parasitů, kteří pronikají do rostliny podzemními orgány, jako jsou fusaria, původci černání pat stébel aj. Parasita namnožíme ve sterilisované obilné drti, kulturu houby pak promícháme s čistým pískem a necháme opět nějakou dobu růst. Touto směsí očkujeme půdu pokusného pozemku. (Např. Baltzer 1930.)

Při infikování půdy narážíme na některé obtíže: a) vnesením většího množství organických látek do půdy může dojít k přemnožení běžné saprofytické flóry, která silně oslabí pokusné rostlinky, b) teplota a vlhkost v půdě mohou silně ovlivnit výsledek hodnocení náchylnosti rostlin, c) v půdě se dostávají zkoušené patogenní organismy do styku s jinými

patogenními organismy nebo se saprofytickými organismy a jejich virulence může být ovlivněna antagonistickými vztahy, d) jestliže provádíme infekce na sterilní půdě, může dojít k takovému stupni ochoření rostlin, že např. lze velmi těžko hodnotit rozdíly v náchylnosti mezi jednotlivými sortami hostitele.

2. Rozprášení spor. Četné houby vytvářejí spoustu lehce prášivých spor, jimiž lze snadno poprášit hostitelskou rostlinu. Na příklad lze obilky pšenice poprášit chlamydosporami sněti mazlavé nebo je možno uredospory rzí a konidie padlí rozprašovat na listy hostitelských rostlin. Poněvadž však k infekci mnohem snáze dojde ve vlhkém prostředí, používáme častěji rozstřikování suspense spor.

3. Postřiky suspensí spor. Suspense houbových spor ve vodě nebo v živném roztoku rozprašujeme na povrch listů a lodyh, po případě jiných orgánů. Relativní vlhkost po infekci je třeba udržovat kolem 100 %. Ve sklenících je možno používat zvláštních vlhkých komor. Menší rostliny venku je možno zakrýt plachtou a postřikovat vodou. Některé listy mají malou smáčivost a spory na nich špatně ulpívají. V takovém případě přidáváme do suspense spor látky, které snižují povrchové napětí. Ovšem je třeba si uvědomit, že některé látky s těmito vlastnostmi jsou účinnými fungicidy. Aby se suspense spor dostala i do špatně přístupných orgánů rostlin, je možno použít vakua, jako např. při infekci květů obilnin prašnou sněti (Moore 1936).

4. Infekce na rozrušeném povrchu rostlinného těla. Na zdravé rostliny je možno přenést patogenní organismy buď ve formě suspense nebo kousků mycelia nebo přímo ochořelým pletivem tak, že toto inokolum vložíme na rozrušený povrch rostlinného těla. Jestliže provádíme větší počet infekcí, je výhodné použít různě upravených injekčních jehel (Ivanoff 1934).

Kriteria hodnocení infekce

Poněvadž parasiti vytvářejí různé biotypy, které napadají hostitelské rostliny v různém stupni, lze při infekčních pokusech pozorovat mnoho různých stupňů infekce. Při hodnocení si všímáme rozsahu, v jakém se na hostitelské rostlině vytvářejí konidie nebo jiné rozmnožovací orgány parasita.

Pro hodnocení ochoření listů je možno použít této stupnice:

i — imunní: nelze spatřit žádnou známku života houby;
O — pozorujeme známky napadení (odumírající pletivo), avšak spory se nevytvářejí;
1 — vznikají nekrotické skvrny a spory se slabě tvoří;
2 — nekrotické skvrny nevznikají, nejvýše chlorotické skvrny, na nichž se zřetelně tvoří spory;
3 — spory se tvoří silně;
4 — parasit velmi bohatě fruktifikuje.

Při ochoření květenství, např. u sněti na obilninách, hodnotíme stupeň rozrušení jednotlivých částí květů. Jindy je třeba počítat množství uhynulých rostlin, po případě si ještě všímat počtu ochořelých listů, rozsahu ochořelé plochy atd. Podrobný klíč pro hodnocení je nutno sestavit u každé choroby zvlášť podle druhu patogenního organismu a charakteru škodlivosti.

Literatura

Baltzer B.: Untersuchungen über die Anfälligkeit des Roggens für Fusariosen. Phytopath. Z. 2: 377—441, 1930.

Bessey A. E.: Morphology and taxonomy of *Fungi.* Philadelphia 1951.

Cejp K.: Houby I. Praha 1957.

Clayton C. N.: The germination of fungous spores in relation to controlled humidity. Phytopathology 32: 921—943, 1942.

Dickinson S.: The technique of isolation in microbiology. Phytopathology 23: 357—367, 1933.

Doyer L. C.: Leitfaden zur Untersuchung des Saatgutes auf seinen Gesundheitszustand. Wageningen 1938.

Duché J., Neu J. et Hoareau M.: Nouvelle technique de préparation des milieux au gel de silice. Rev. Mycologie 14: 129—131, 1949. Podle Rev. appl. mycol. 29: 165, 1950.

Fawcett H. S.: The importance of investigations on the effects of known mixtures of microorganisms. Phytopathology 21: 545—550, 1931.

Ferrari A.: Un nuovo metodo per la colorazione del micelio. Atti dell' Inst. bot. Univ. Pavia, sér. 4, 2: 81—87, 1930. Podle: Moreau 1953.

Gäumann E.: Vergleichende Morphologie der Pilze. Jena 1926.

Gäumann E.: Die Pilze. Grundzüge ihrer Entwicklungsgeschichte und Morphologie. Basel 1949.

Gassner G.: Zur Methodik der laboratoriumsmässigen Prüfung von Beizmitteln. Phytopath. Z. 14: 303—309, 1944.

Gassner G.: Die chemotherapeutische Bewertung von Quecksilberverbindungen in den verschiedenen Beizverfahren. Sonderausdruck aus Phytopath. Z. 17, 1950.

Hampl B.: Mikrobiologická příručka. Praha 1946.

Hildebrand E. M.: Techniques for isolation of single microorganisms. Bot. rev. 4: 627—664, 1938; 16: 181—207, 1950.

Horsfall J. G.: Fungicides and their action. Waltham 1945.

Hrubý K. a *Konvička O.:* Polní pokusy. Jejich zakládání a hodnocení. Olomouc 1954.

Ivanoff S. S.: A plant inoculator. Phytopathology 24: 74—76, 1934.

Johansen D. A.: Plant microtechnique. New York and London 1940.

Kavina K. a *Klečka A.:* Botanická mikrotechnika. Praha 1932.

Kirchner O. von: Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart 1923.

Kocková - Kratochvílová A.: Praktikum technické mikrobiologie. Praha 1954.

Kramář J.: Užití methylmetakrylátu v mikroskopické technice. Čs. biologie 3: 117 a 118, 1954.

Lilly V. and *Barnett H.:* Physiology of the fungi. 1951. Podle ruského překladu. Moskva 1953.

Moore M. B.: A method for inoculation wheat and barley with loose smuts. Phytopathology 26: 397—400, 1936.

Moreau F.: Les champignons. I, II. Paris 1953, 1954.

Morel G.: Recherches sur la culture associée de parasites obligatoires et de tissus végétau. Ann. Épiphyt. 14: 127—234, 1948.

Myslivec V.: Statistické metody zemědělského a lesnického výzkumnictví. Praha 1957.

Mudra A.: Einführung in die Methodik der Feldversuche. Leipzig 1952.

Nečásek F., Palečková F. a *Tesař A.:* Monosporická isolace hub. Preslia 26: 105—109, 1954.

Němec P.: Základy mikrobiologickej laboratórnej techniky. Bratislava 1954.

Oudemans C. A. J. A.: Enumeratio systematica fungorum. Den Haag 1919—1924. 5 svazků.

Parris G. K.: A simple nuclear stain and staining technique for *Helminthosporia.* Phytopathology 34: 700—702, 1944.

Prát S.: Rostlina pod drobnohledem. Praha 1944.

Riker A. J. and *Riker R. S.:* Introduction to research on plant diseases. Wisconsin 1936.

Rypáček V.: Biologie dřevokazných hub. Praha 1957.

Simmons S. A. and *Shoemaker R. A.:* Differential staining of fungous and host cells using a modification of Pianeze III. B. Stain Techn. 27: 121, 1952.

Thirumalachar M. J. and *Narasimhan M. J.:* Notes on some mycological methods. Mycologia 45: 461—468, 1953. Podle: Rev. appl. mycol. 33: 386, 1954.

Tilford P. E.: The use of the quinhydrone and antimony electrodes for determining the pH of solid culture media. Phytopathology 25: 362—367, 1935.
Underwood W. B.: A text-book of sterilisation. Erie 1934. Podle: *Riker* a *Riker* 1936.
Valleau W. D.: Seed transmission of *Helminthosporium* of corn. Phytopathology 25: 1109—1112, 1935.
Waksmann S. A.: Microbial antagonisms and antibiotic substances. New York 1945.
Wolf J.: Mikrobiologická technika optická i elektronová pro biologické účely. Praha 1954.
Wolf Fr. A. and *Wolf Fr. F.:* The fungi. I, II. New York 1948, 1949.
Zwölfer W.: Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. angew. Entomol. 19: 497—513, 1932.

ÚVOD DO BAKTERIOLOGICKÉ TECHNIKY

Má-li být dokázáno, že choroba je způsobena určitým druhem bakterie, je nutno zjistit bakterie v pletivu hostitele, z onemocnělých tkání je isolovat a vypěstovat v čisté kultuře. Dále je třeba vyvolat stejné symptomy u zdravých rostlin umělou infekcí isolovaným druhem bakterií, provést jejich reisolaci z uměle naočkovaných rostlin a prokázat shodu všech vlastností s kulturou bakterií, která byla vyisolována z původní chorobné rostliny.

Zjišťování bakterií v onemocnělých rostlinách a jejich isolace

Skvrny na listech a jiných orgánech

Bakteriosy listů se nejčastěji projevují různou skvrnitostí menší nebo větší částí plochy, po případě celého listu i s řapíkem. U cévních infekcí bývá zachvácena především nervatura listu. Kolem počátečního místa infekce vzniká nejprve světlejší vodnatý dvůrek, který se zvětšuje, a teprve vlivem pokročilejšího rozkladu tkání podle chemické povahy pletiv se na listech objevují žloutnoucí nebo hnědnoucí, později zasychající skvrny. Podle mechanické struktury listů a fysiologické povahy parasita mívají tvar buď okrouhlý nebo nepravidelně úhlovitý, zůstávají-li ohraničeny nervaturou. U většiny listových bakterios v pokročilejším stupni se skvrny, v nichž byl buněčný obsah mikroorganismem stráven, stávají transparentními. Tím se často již makroskopicky liší od různých podobných skvrnitostí způsobených houbovými parasity, jejichž vlákna hustě prorůstají napadená pletiva a činí je neprůhlednými.

Povrchové mechanické očištění, po případě desinfekci povrchu před odebráním části onemocnělých pletiv pro mikroskopické vyšetření a isolaci, můžeme provést jen u listů s pevnější strukturou. Rychlým otřením povrchu vatou ovlhčenou v destilované vodě nebo zředěném alkoholu lze odstranit většinu nánosu nežádoucí mikroflory. U jemných pletiv se musíme spokojit jen rychlým opláchnutím destilovanou vodou.

Materiál k mikroskopickému vyšetřování ve formě malých výřezů bereme pokud možno sterilně jen z míst, kde je choroba ještě aktivní, kde patogenní mikroorganismus ještě je v čistém společenstvu bez příměsi druhotně nastupující, převážně saprofytické mikroflory. Malý kousek tkáně určené k mikroskopování rozřežeme nebo roztrháme ještě na menší částečky v kapce peptonové vody, abychom bakterie uvolnili z pletiv, a preparát přikryjeme krycím sklíčkem. Přítomnost bakterií často již po kratší době

makroskopicky nebo při menším zvětšení prozradí zřetelný zákal suspense bakterií, vytvořené na podložním sklíčku. Větší zvětšení v temném poli nás může informovat současně o pohyblivosti mikroorganismu. Z tohoto materiálu zředěného kapkou sterilní vody zhotovíme preparáty k obarvení Gramem, po případě jinými barvicími metodami. Zbytek suspense na podložním sklíčku použijeme k naočkování isolačních ploten. Barevné preparáty přímo z onemocnělých tkání hostitele zachovávají původní tvar a velikost bakterií pro srovnání s bakteriemi vypěstovanými v umělém prostředí. Podobným způsobem postupujeme při získávání materiálu z povrchových bakterijních skvrnitostí jiných orgánů.

192. Detail skvrn způsobené *Pseudomonas pisi* Sackett. Průsvitnost je typická i pro jiné bakteriosy listů.

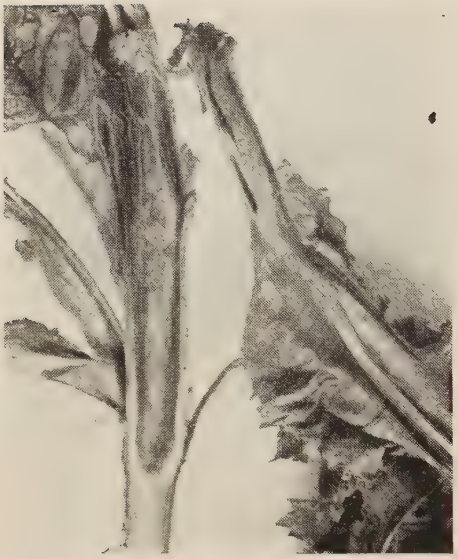
Bakterijní onemocnění lodyh a kořenů

Podobně jako u napadených listů ani u napadených lodyh a kořenů nebereme k isolaci původce části v pokročilém stavu onemocnění; v mrtvých rozkládajících se pletivech převažuje obvykle saprofytní mikroflóra, vytlačující vlastního původce choroby. U bakterios lodyh a kořenů je obvykle třeba vyšetřovat vnitřní, hlubší pletiva. Postupujeme tak, že podélným, po případě i příčným řezem otevřeme napadený orgán, pokud možno v místě zřetelného nebo předpokládaného postupu ochoření ze zdravé zóny do napadené. Přitom současně sledujeme funkční morfologicko-fysiologický charakter pletiv, intensitu jejich napadení a možnou úlohu při šíření mikroorganismu v těle rostliny.

Z napadených míst sterilně vyřízneme kousek pletiv, přeneseme do kapky peptonové vody na podložním sklíčku a rozmělněním připravíme výchozí suspensi pro mikroskopické vyšetření ve vitálních a barvených preparátech i pro isolaci mikroorganismů do čistých kultur. V některých případech můžeme širší pinsetkou z kousku pletiva vytlačit na podložní sklíčko dostatečné množství šťávy, kterou pak podle potřeby zředíme peptonovou vodou.

Bakterijní nádory měkkých a zdřevnatělých pletiv

K vyšetření bereme pokud možno mladší pletiva, v nichž nenastalo ještě odumírání vyčerpáním nebo druhotně mikrobním rozkladem. Po vhodném mechanickém očištění povrchu destilovanou vodou nebo podle povahy objektu vhodnou desinfekční tekutinou (20% alkohol, sublimát 1:1000) obnažíme vnitřní pletiva sterilním řezem. Materiál pro mikroskopické vyšetření a isolaci vyřízneme pokud možno z vrstvy blízko pod pokožkou, kde lze předpokládat větší množství rozptýlených bakterií. Vyříznuté kousky pletiv potom rozmělníme na podložním sklíčku v kapce peptonové vody a vzniklou suspensi použijeme uvedeným již způsobem k průkazu přítomnosti mikroorganismu a k dalšímu vyšetřování.



193. Měkká hniloba stonku máku. Původce choroby *Erwinia carotovora* (Jones) Holland.

194. Zachvácené svazky cevní původcem *Corynebacterium insidiosum* (Mc Culloch) Jensen v kořeni vičence.

V rostlinných nádorech, zvláště mladších, nebývá místo, kde jsou přítomny bakterie, vyznačeno nekrosou. V takových případech vložíme sterilně vyříznuté kousky tkání z různých míst čerstvého řezu po jednom do zkumavky s tekutou živnou půdou nebo je rozložíme na povrch živného agaru. Přítomnost bakterií nám po několika dnech ukáže v tekuté živné půdě zákal nebo na pevné půdě živného agaru růst kolonií na okrajích řízků. Jednotnost takto získaného rozmnoženého materiálu si ověříme na agarových plotnách naočkováním do isolovaných kolonií.

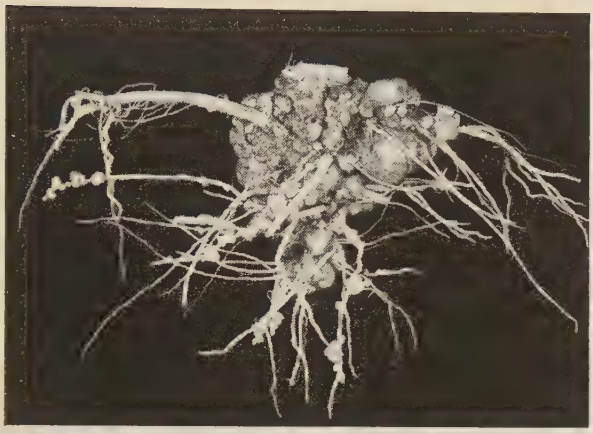
Někdy jsme nuceni zjišťovat původce v onemocnělém materiálu obsahujícím směs parasitů i saprofytů, kteří bývají obvykle mnohem četnější, jako například u chorob s příznaky měkké nebo mokré hniloby. V takových případech zjišťujeme přítomnost patogenních bakterií nepřímo vhodným naočkováním suspense bakterií z ochořelého pletiva na větší počet zdravých rostlin. Objeví-li se na uměle naočkovaných rostlinách tytéž symptomy jako na rostlinách původně onemocnělých, je tím potvrzena přítomnost předpokládaného patogenního organismu i v původní chorobné rostlině.

Živné půdy očkujeme vodními suspensemi bakterií připravenými z ochořelých tkání, jak bude dále uvedeno. Abychom získali pokud možno větší počet oddělených kolonií, musí být povrch agaru oschlý. Připravíme proto Petriho misky průměru 10 cm s živným agarem a dáme je na 1—2 dny do termostatu k inkubaci při 26° C, aby bylo umožněno vyloučení znečištěných ploten a potřebné oschnutí agaru.

Isolované kolonie na miskách můžeme získat několika způsoby:

1. Roztíráme materiál na povrchu agarové plotny sterilní platinovou kličkou (obr. 196), jednou namočenou v bakterijní suspensi (D o w s o n 1949).

2. Materiál v řidší suspensi roztíráme háčkovitě ohnutou skleněnou tyčinkou. Na sterilní podložní sklíčko naneseme do řady několik kapek sterilní vody; do první přeneseme část ochořelé tkáně, pak kličkou 3krát ředíme postupným přenášením do dalších kapek. Hranu očkovací skleněné tyčinky pak ovlhčíme v kapce posledního ředění a roztíráme v několika miskách bez dalšího ovlhčování v suspensi.



195. Nádorovitost kořene černé hořčice. Původce *Agrobacterium tumefaciens* (Smith a Townsend) Conn.

3. Materiál rozetřeme kličkou pouze na $^1/_5$ plochy, kličku vypálíme a pokračujeme v roztírání materiálu vždy po novém vypálení kličky na dalších úsecích tak, že kličkou zachytíme a roztíráme jen okraj předchozího úseku (obr. 197).

4. Méně výhodná je zřeďovací metoda, jejímž principem je postupné ředění bakterijní suspense ve zkumavkách přímo v agaru. Agar s bakteriemi se pak nalévá do sterilních Petriho misek. Nevýhodou této metody je přítomnost velkého množství „utopených" kolonií, nepříliš typických tvarů.

U fytopatogenních bakterií inkubujeme pak naočkované agarové plotny v termostatu při teplotě 22—30° C.

Ve většině případů po provedeném roztěru suspensí bakterií, získaných přímo z onemocnělého materiálu, se neobjeví na agarové plotně bakterijní kolonie jednoho typu. Není také ve všech případech pravidlem, že vyrostlý převládající typ kolonie patří patogennímu původci. V takových případech musíme nejprve dokázat, který typ vyrostlých kolonií je skutečně tvořen patogenními původci. Poněvadž obyčejně jde o směs jen mála druhů bakterií, isolujeme pak bakterie z každého typu kolonií zvlášť do čisté kultury a všemi získanými čistými kulturami infikujeme zdravé rostliny (metodika umělých infekcí rostlin viz str. 562).

Bakterie, u které byla zkouškou dokázána patogenita, se pak dále studuje; její fysiologické, morfologické a kultivační vlastnosti zjišťujeme pak co nejdříve, abychom delším udržováním kultury na umělých živných půdách neovlivnili její původní vlastnosti.

Pěstování fytopatogenních bakterií

Očkování

Z onemocnělých rostlinných tkání se isolací uvolní a získají patogenní bakterie. Mnohdy jsou ještě znečištěny jinými mikroby.

Úkolem očkování v širším smyslu je přenesení isolovaných bakterií na živnou půdu, do nového prostředí; potom je třeba vyrostlé kolonie dalším očkováním vyčistit a získat čisté kultury.

Aby při přenášení na sterilní živnou půdu nedošlo k nežádoucímu znečišťování čisté kultury (hlavně infekcí ze vzduchu), očkujeme ve zvláštních očkovacích prostorách, které jsme předtím desinfikovali. Nejvhodnější jsou tzv. očkovací boxy s patřičným zařízením. Méně vhodné jsou různým způsobem upravené očkovací skříně.

Při očkování používáme různé pomůcky, např. očkovací kličky, jehly, mikrobiologické pipety apod. Všechny používané nástroje a pomůcky musí být zaručeně sterilní.

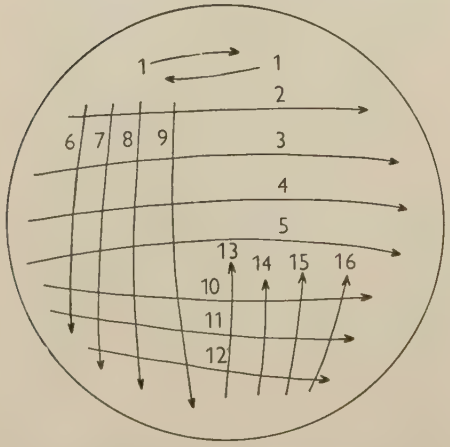
Vlastní očkování provádíme v praxi různým způsobem podle konsistence živné půdy a způsobu nalití v kultivačních nádobách.

1. Očkování tekuté živné půdy. Sterilní očkovací kličku s bakterijní kulturou částečně ponoříme do tekuté živné půdy a trochu s ní v tomto prostředí u stěny zkumavky zamícháme.

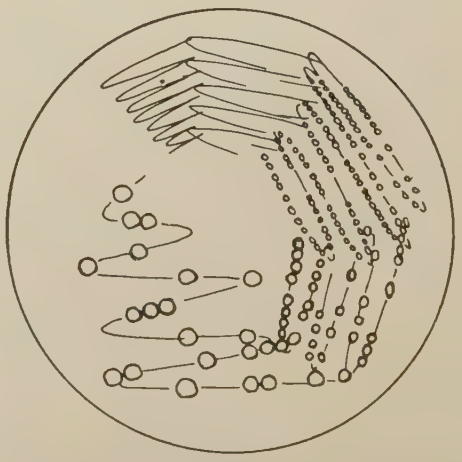
2. Očkování nátěrem na šikmý agar. Kličkou přenášíme malé množství kultury na povrch šikmého agaru hadovitým nátěrem odspodu směrem k ústí zkumavky. I když se má očkovat pokud možno rychle, je nutno dbát, aby povrch agaru nebyl kličkou porušen.

3. Očkování půdy v Petriho miskách. Provádíme je buď očkovací kličkou nebo ohnutou skleněnou tyčinkou. V tomto případě přeneseme na agarovou plotnu pipetkou malé množství suspense bakterií, které pak v Petriho misce skleněnou tyčinkou rozetřeme po celém povrchu živné půdy.

4. Očkování vpichem. Sterilní očkovací jehlu ponoříme do kultury vyrostlé na šikmém agaru. Zkumavku s agarem nebo želatinou obrátíme dnem vzhůru a očkovací jehlou píchneme do středu sloupce živné půdy. Vpich opatrně protáhneme až do dna zkumavky. Stejně opatrně pak jehlu z živné půdy vytáhneme, ústí zkumavky a vatovou zátku ožehneme a uzavřeme.



196. Schema očkování agarových ploten k získání isolovaných kolonií.
Podle Dowsona



197. Schema očkování do isolovaných kolonií.
Podle Málka

Nejdůležitější půdy pro pěstování a identifikaci bakterií

Morfologické, fysiologické a kultivační vlastnosti studovaných bakterií zjišťujeme za umělých podmínek na různých živných půdách, které jim musí poskytovat vhodné podmínky pro množení, především vydatnou výživu, dostatečnou vlhkost prostředí, vhodnou teplotu, správnou reakci substrátu, vhodné plynné prostředí apod.

Živné půdy jsou v bakteriologii užívány hlavně ke dvěma účelům: 1. isolaci, pěstování a udržování kultur, 2. pro zjišťování reakcí vznikajících vlivem jejich biochemické činnosti v různých látkách a sloučeninách organického a anorganického původu (cukrů, nitrátů apod.).

Prvnímu účelu slouží tzv. půdy základní, druhému půdy speciální.

Při isolování bakterií je mnohdy potřeba potlačit růst nežádoucích mikrobů, čehož dosahujeme vhodnou úpravou pH nebo příměsí některých chemických látek. Půdy sestavované k tomuto účelu nazýváme půdami elektivními.

Půdy základní

Původní kultivační půdy pro pěstování mikrobů byly půdy přirozené, to jest takové, na nichž se pěstovaný mikrob vyskytoval za přirozených podmínek. Pro některé bakterie je přirozenou půdou sterilní brambor, mrkev, mléko apod.

V současné době kultivujeme bakterie většinou na umělých živných půdách, které mají mít takové složení, aby poskytovaly bakteriím patřičnou výživu a možnosti množení.

Pro kultivaci fytopatogenních bakterií je nejvhodnější neutrální nebo slabě alkalická reakce, kdežto houby vyžadují k růstu většinou prostředí kyselé.

Výchozími látkami pro přípravu základních půd jsou odvary nebo extrakty rostlinných a živočišných pletiv. Po sterilisaci a vhodné úpravě pH může být zředěného odvaru použito jako tekutého media.

Nejužívanější tekutou živnou půdou je masopeptonový bujón. Získá se vařením nebo výluhem rozemletého libového masa v určitém množství vody, k nimž přidáme 2 % peptonu a 0,5 % kuchyňské soli. Zpevníme-li připravený bujón 1,5—3 % agaru, dostaneme z půdy tekuté půdu tuhou — masopeptonový agar.

Místo masopeptonového agaru je možno s úspěchem použít i kvasnicového agaru, který se připravuje obdobným způsobem z kvasnicového odvaru.

Příprava kvasnicového odvaru

V dvoulitrové baňce v 1 litru vodovodní vody rozpustíme zahříváním 7 g kvasnic a 3 g peptonu. Po rozpuštění upravíme pH na 7,2, rozlejeme do zkumavek, zazátkujeme a sterilisujeme.

198. Očkovací klička a očkovací jehla.

Kvasnicový agar získáme tak, že do kvasnicového odvaru přidáme 15 g agaru na 1 litr odvaru, rozpustíme jej a filtrujeme. Takto připravený agar rozléváme do zkumavek po 5 ml (pro přípravu šikmého agaru) nebo po 15 ml (pro přípravu agaru na lití do misek) a sterilisujeme.

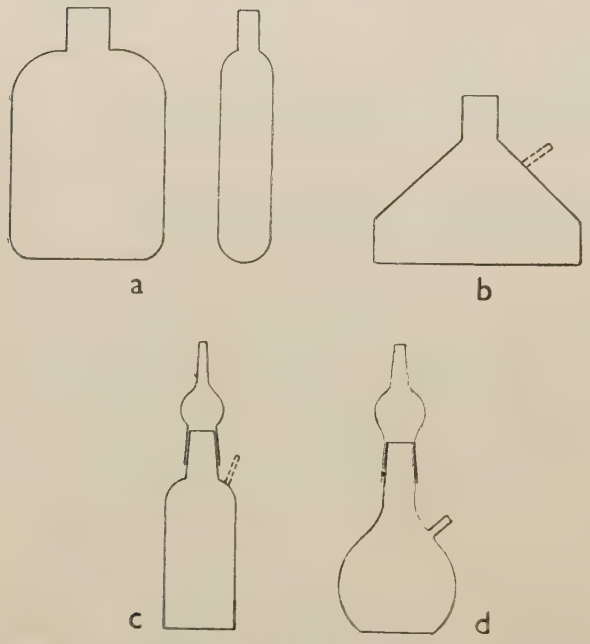
Odvar s glukosou a glukosový agar

I když většina bakterií dobře roste na kvasnicových nebo masopeptonových půdách, některé (rod *Corynebacterium* a *Xanthomonas*) rostou lépe na půdách s glukosou (1 %), která se přidává do odvaru nebo do agaru.

Podobně jako masopeptonový agar připravujeme bramborový agar s glukosou. Oloupaných 200 g brambor vaříme 1 hodinu ve vodovodní vodě, potom tekutinu slejeme, přidáme 20 g glukosy a agar rozvařený zvlášť ve vodě (20 g) a doplníme vodou na 1000 ml. Po úpravě pH filtrujeme, nalévá-me do zkumavek a sterilisujeme.

Sterilisované syrové brambory

Bramborové řízky nebo klínky připravujeme z velkých hlíz, které jsou dobře oškrábány a očištěny ve vodě. Nejlépe korkovrtem vhodného prů-měru vyřízneme válečky, které na koncích nožem zarovnáme a šikmým řezem (diagonálně) rozpůlíme. Získáme tím klínky ve spodní části válco-vité, směrem k opačné straně přecházející v šikmou plošku, na kterou



199. Kultivační nádoby používané v bakteriologii: a — baňky na kultury podle Rouxe, b — baňky na kultury podle Fernbacha, c — baňky na kultury podle Freudenreicha - Hansena, d — baňky na kultury podle Chamberland - Hansena.

200. Typy zkumavek: a — biologická, b — chemická, c — Globigova.

očkujeme. Pak je ukládáme po jednom do širších zkumavek a sterilisujeme. Nejlépe se osvědčily Globigovy zkumavky ve spodní části zaškrcené, na jejichž zúžení bramborový klínek dosedne. Pod klínek dáme trochu vody, abychom zabránili oschnutí a sterilisujeme (obr. 200). Dobře se osvědčují pro rozmnožení čistých kultur a k jejich dalšímu uchovávání za snížených teplot.

Půdy speciální

Želatina

Želatina se připravuje z bujónu, v němž rozpustíme 10—12 % želatiny, upravíme pH, zchladíme na 60° C, přidáme bílek rozmíchaný v destilované vodě a ponecháme při 100° C po dobu 45—60 minut. Připravenou směs za horka filtrujeme a parou sterilisujeme 1 hodinu tři dny za sebou.

Želatina je tuhá asi do 25° C; při vyšší teplotě ztekucuje. Proto ji uchováváme při nižších teplotách a naočkované kultury nejvýše při teplotě 22° C.

Kultura vnesená očkovací jehlou do želatinového sloupce způsobuje v mnoha případech její ztekucování. Údaje o růstu, formě a rychlosti ztekucování zaznamenáváme soustavně i několik týdnů, poněvadž některé druhy bakterií ztekucují želatinu velmi pomalu. Postup ztekucování je u jednotlivých druhů rozdílný (miskovitý, nálevkovitý, vodorovný, v celém sloupci apod.).

Ztekucování želatiny je způsobováno proteolytickými enzymy, které některým bakteriím chybějí; tato vlastnost je jednou ze znaků identifikace druhu. Na příklad želatinu ztekucující *Erwinia carotovora* (Jones) Holland může tak být odlišena od jinak velmi podobné bakterie *Aerobacter aerogenes* Beijerinck.

Masopeptonový agar se škrobem

Do 1000 ml horkého masopeptonového agaru přidáme za stálého míchání 5 g škrobu, který si předem rozetřeme v malém množství chladné vody. Potom rozléváme do zkumavek a sterilisujeme.

Podle hydrolysy škrobu zjišťujeme diastatickou schopnost mikroorganismu. Na plotnu masopeptonového agaru se škrobem přeneseme sterilní platinovou kličkou kulturu a plotnu dáme do termostatu. Po 5—7 dnech nalejeme na půdu Lugolův roztok tak, aby jím byl pokryt celý povrch agaru. Zbytek roztoku asi po 1 minutě slejeme. Zbarví-li se škrob tmavofialově na celé ploše, znamená to, že bakterie postrádají vlastnosti diastatického působení. Vytvořené bezbarvé zóny kolem kolonií dokazují v opačném případě positivní průběh hydrolysy. Zjištěná šířka zóny udává intensitu hydrolysy.

201. Kultivace anaerobních bakterií pod parafinovým olejem: a — olej, b — tekutá živná půda.

Lakmusové mléko

Lakmusové mléko je prostředí, v němž dobře rostou všechny bakterie až na několik druhů. Stanovení biochemického působení bakterií v lakmusovém mléce musí být součástí každé identifikační metody.

Bakterie mohou napadat glukosu, čímž se změní původní světle purpurová barva na bledě růžovou. Množství vytvořené kyseliny je přitom malé, protože v mléku je i malé množství glukosy.

Bakterie napadající laktosu vytvářejí větší množství kyseliny, poněvadž v připraveném mléce je tohoto cukru více. Barva se mění do červena.

Bakterie napadající laktoalbumin za vzniku čpavku nebo basických aminů barví medium modře.

Dále může být v mléce napadán kaseinogen, který je buď srážen - koagulace (mléko se stává polotuhé) nebo je stravován proteolytickými enzymy do stavu peptonisace (mléko se vyjasňuje).

Konečně může být redukována poslední složka lakmusového mléka — lakmus. Působí nejen jako indikátor pH, ale i jako indikátor oxydace a redukce. Podle reakce vyvolané mikroorganismem je při oxydaci červený, světle purpurový nebo modrý, při redukci je bezbarvý. Redukce začíná nejdříve na dně zkumavky a pokračuje směrem nahoru. Pochody, které nastanou po naočkování zkumavek lakmusového mléka a po inkubaci při 26—30° C, poskytují tedy dobrou informaci o biochemické činnosti naočkovaných bakterií.

Lakmusové mléko připravujeme takto: K odstředěnému mléku přidáme lakmusový roztok (asi 5 ml na 100 ml mléka) až do slabě modrofialového zabarvení. Po rozlití do zkumavek sterilisujeme 10 minut při 112° C. O sterilitě se přesvědčíme tím, že zkumavky dáme do termostatu s 28—30° C, po 5—7 dnech je kontrolujeme a zkažené vylučujeme.

Některé speciální syntetické půdy

V bakteriologické technice se někdy používají syntetické půdy přesně známého chemického složení. K diagnostickému rozlišení, zvláště vývojově blízkých druhů bakterií, slouží kromě mnoha jiných na příklad živná půda Cohnova, Uschinského a Fermiho.

Některé druhy bakterií rostou na všech třech uvedených půdách, jiné jen na některé z nich. Zjištěné rozdílné vlastnosti ve výživě a růstu jednotlivých druhů potom rozhodují o správné identifikaci bakterií.

Cohnova živná půda. 1000 ml destilované vody, 10 g vínanu amonného, 5 g kyselého fosforečnanu draselného (KH_2PO_4), 5 g síranu hořečnatého ($MgSO_4 . 7\ H_2O$), 0,5 g fosforečnanu vápenatého [$Ca_3(PO_4)_2$].

Uschinského živná půda. 1000 ml destilované vody, 30—40 g glycerinu, 5—7 g chloridu sodného chemicky čistého, 2—2,5 g středního fosforečnanu draselného (K_2HPO_4), 6—7 g mléčnanu amonného, 3,4 g asparaginu sodného, 0,1 g chloridu vápenatého, 0,2—0,4 g síranu hořečnatého.

Fermiho živná půda. 1000 ml destilované vody, 5 g vínanu amonného, 5 g fosforečnanu draselného, 5 g síranu hořečnatého, 0,5 g fosforečnanu vápenatého, 50 g glycerinu.

Hodnocení růstu na umělých živných půdách

Růst na tuhých půdách je pro mikrobiologickou diagnostiku důležitější než v půdách tekutých.

Při hodnocení bakterijních kolonií si všímáme mnoha znaků, jimiž se jednotlivé kolonie na kultivační agarové plotně vyznačují. Je to především velikost a tvar kolonií, které jsou pro jednotlivé druhy bakterií charakteristické, i když jsou závislé na vnějším prostředí. Proto při popisování kolonií musíme uvádět vedle jejich vlastních znaků ještě údaje, na které půdě, při jaké teplotě a za jakou dobu vyrostly a jsou hodnoceny.

Při popisu zachováváme určitý sled zjišťovaných znaků. Nejprve uvádíme velikost dokonale isolovaných kolonií se zjištěnou vzdáleností kolonií mezi sebou. Dále popisujeme tvar kolonií, a to okrouhlý, oválný, nepravidelný, laločnatý apod.; okraje rovné, vroubkované, vykrajované, nepravidelně laločnaté, třásnité, kadeřavé apod.: profil plochý, klenutý, kapkovitý, bradavčitý, se zdviženým středem a plochými okraji, nepravidelně krabatý, miskovitý, ve středu vkleslý apod.; povrch kolonie hladký nebo drsný, lesklý nebo matný, zprohýbaný, vrstevnatý apod.; konsistence tuhá nebo vodnatá, hlenovitá, vosková, drolivá; zabarvení kolonií bezbarvé, porcelánově bílé, našedlé nebo jinak zbarvené. Všímáme si i průhlednosti, fluorescence, opalisace, zrnitosti kolonií a jiných vlastností, u kterých můžeme vyjádřit jejich přesnou charakteristiku.

Obdobným způsobem postupujeme při popisu mohutnosti a formy růstu na šikmém agaru, kde kolonie vytvářejí splývavý povlak. Popisujeme mohutnost růstu, tvar (slabý, nesouvislý, nitkovitý, páskovitý, s okrajem hladkým, vroubkovaným, laločnatým apod.); s povrchem lesklým, matným, zrnitým; s různým zabarvením a konsistencí. Podobně charakterisujeme růst na sterilním bramborovém řízku.

Veškeré popisy kultur jsou platné jen pro čerstvě isolované druhy bakterií za obvyklých standardních podmínek. Za podmínek odlišných dochází mnohdy k pozměňování původních vlastností nejen morfologických a fysiologických, ale i kultivačních. Na příklad starší kultury se patogenitou mnohdy značně liší od kultur téhož druhu čerstvě isolovaného z ochořelé rostliny. V takových případech je klasifikace bakterií nepřesná a značně ztížená, zvláště projevují-li se ještě u některých druhů různé jiné vlastnosti změněné v rámci variability.

Variabilita však nepostihuje jenom mikrobní buňky, ale u mnohých druhů bakterií i celé kultury.

Většina druhů bakterií se může vyskytovat ve třech základních růstových fázích: ve fázi hlenovité čili mukosní (M — fáze), která má kolonie tvaru hlenovitých kapek, ve fázi hladké (S — fáze), která se vyznačuje vlhkými lesklými koloniemi s hladkým okrajem a ve fázi drsné (R — fáze), která má kolonie sušší, matné zoubkované, obyčejně ploché, drsného povrchu, někdy paprsčitě žíhané.

Proto popisy, zvláště jde-li o nový druh bakterie, musí být prováděny zvlášť pečlivě a jedině u takového materiálu, který zatím vylučuje jakoukoli možnost variability zjišťovaných vlastností.

Růst v tekutých půdách. Nejvhodnějším prostředím pro množení bakterií je půda tekutá. V tekutém prostředí se růst makroskopicky projevuje zákalem různé intensity v části sloupce nebo v celém sloupci.

Na povrchu se někdy kolem stěn vytvoří prstenec, po případě souvislá slabší nebo silnější, někdy i svraštělá blanka, a ve spodní části sedlina s různou strukturou a zabarvením.

Na základních půdách zjišťujeme i některé další a pro identifikaci bakterií důležité údaje, jako je např. zjišťování minimální, optimální a maximální teploty růstu, smrtící teploty, vztahu mikrobů k plynnému prostředí, resistence kultur vůči vysoušení apod.

Minimální, optimální a maximální teplota růstu

Růst naočkovaných bakterií za jinak příznivých životních podmínek značně závisí na teplotě. Příliš nízké teploty stejně jako teploty příliš vysoké mají za následek postupné omezování životních procesů v jednotlivých buňkách. Zjištění minimální, optimální a maximální teploty pro kultivaci je nutné a uvádí se vždy u každého popisovaného druhu.

Poněvadž pro fytopatogenní bakterie se minimální teplota růstu pohybuje kolem 1—2° C, naočkujeme kulturu do umělé živné půdy, nejlépe do bujónu, a dáme inkubovat několik zkumavek při přesně známých a uvedených nízkých teplotách. Nejvyšší zjištěná teplota, při níž bujónový sloupec zůstává čirý, je pro daný druh bakterie teplotou minimální. Ohřátí půdy o 1° C má za následek sice nepatrné, ale přece jen jasně průkazné zakalení půdy, což je důkaz, že původně zjištěný stupeň minimální teploty byl správný.

Obdobně je tomu se zjišťováním maximální teploty růstu bakterií. Zde naopak nejnižší teplota, při níž bakterie ustávají v růstu a rozmnožování, je teplotou pro daný druh maximální. Pro fytopatogenní bakterie se uvádí maximální teplota růstu kolem 35—37° C.

Optimální teplotu stanovíme opět podle bujónu s naočkovanou kulturou. Za určitou dobu srovnáváme sílu zákalu v sadě zkumavek inkubovaných v prostředích s rozdílnou teplotou v rozmezí 23—30° C. Optimální teplotu pro růst mikroba určí zkumavky, ve kterých došlo k silnému rozmnožování bakterií, a tedy i k vytvoření nejsilnějšího zákalu.

Smrtící teplota

Při smrtící teplotě studované bakterie hynou. Není pro všechny druhy bakterií stejná. Podle Izrailského (1952) původce bakterijní nádorovitosti oliv *Pseudomonas savastanoi* (Smith) Stevens hyne při teplotě 43—46° C, kdežto na příklad *Corynebacterium flaccumfaciens* (Hedges) Dowson až při 60° C. Většinu fytopatogenních bakterií usmrcuje již v poměrně krátké době (10 minut) teplota 48—51° C.

Vztah ke vzdušnému kyslíku

Vztah mikroorganismů ke kyslíku má pro jejich diagnostiku velký význam. Potřebu vzdušného kyslíku zjišťujeme jednoduchou zkouškou kultury ve vysokém agaru. Připravený masopeptonový agar rozlejeme po 15 ml do zkumavek a sterilisujeme. Vpichem očkovací jehlou pak zkoušeného mikroba vpravíme do tuhé vysoké vrstvy agaru a dáme do termostatu inkubovat.

Vytvoří-li se povlak očkovaného mikroba pouze na povrchu půdy, jde o bakterie aerobní, které pro svůj růst kyslík potřebují.

Bakterie rostoucí částečně na povrchu a do značné míry i podél vpichu uvnitř agarového sloupce označujeme jako fakultativní anaeroby. Chovají se k přítomnosti kyslíku lhostejně.

Je-li růst bakterií podél vpichu omezen jen na spodní části agarového sloupce, jde o obligátní anaeroby, pro které je kyslík toxický.

Obligátní anaeroby s úspěchem pěstujeme i na povrchu substrátů, musíme však z plynného prostředí odstranit nějakým způsobem všechen kyslík. Používá se k tomu na příklad alkalický roztok pyrogalolu, askorbové kyseliny, cysteinu nebo jiných redukujících látek.

Růst anaerobů v čirých tekutých půdách často posuzujeme podle zakalení těchto půd. Pokud se bakterie rozmnožují, bujón zůstává zakalen, nastanou-li však pro jejich vývoj nepříznivé podmínky, usazují se na dno zkumavky ve formě souvislého sedimentu.

Aby byl při použití tekuté půdy zamezen přístup vzduchu, zalévá se sloupec bujónu parafinovým olejem (obr. 201).

Bakterijní původci rostlinných chorob jsou vesměs aeroby.

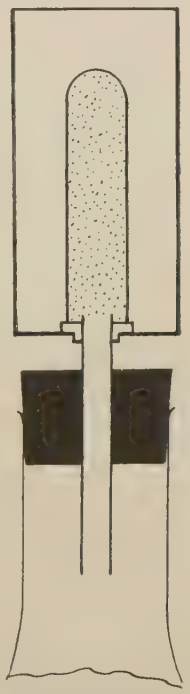
Resistence vůči vysoušení

Nejosvědčenější metodou pro zjištění resistence mikrobů vůči vysoušení je přenesení bakterijní kultury na sterilní krycí sklíčka, která po uzavření do sterilních zkumavek uchováváme při 25° C po celou dobu vysoušení.

Růst bakterií zjišťujeme tak, že sklíčka postupně vkládáme do bujónu ve trojím opakování, a to první měsíc v intervalech 3 dnů, druhý měsíc v intervalech 2 dnů a třetí měsíc v intervalech 1 dne; růst se projeví zákalem.

Po určité době se po vložení krycího sklíčka se zaschlou kulturou bujón nekalí; bakterie již odumřely. Zjištěná data určují časové rozpětí životaschopnosti zkoumaného druhu bakterie.

Resistence vůči vysoušení je také jednou z vlastností identifikačních, podle níž odhadujeme i dobu, po kterou si určité druhy bakterií podržují životaschopnost v zaschlých rostlinných tkáních nebo semenech, zvláště osivu.



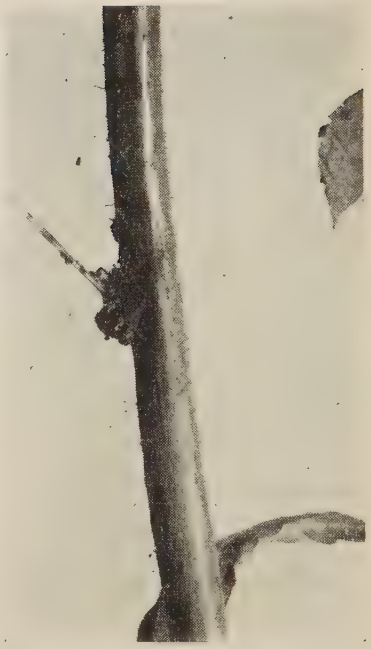
202. Berkefeldův filtr.

Fermentace glycidů a tvorba plynů

Fermentační vlastnosti bakterií v glycidech zjišťujeme v základním anorganickém mediu s přídavkem 1 % příslušného cukru, vyššího alkoholu nebo glukosidu. Většinou se však místo anorganického media používá peptonové vody získané rozpuštěním 2 % peptonu a 0,5 % kuchyňské soli ve vodě, do níž přidáme potřebné množství zkoušeného glycidu.

Složení anorganického media $(NH_4)H_2PO_4$ 1 g, KCL — 0,2 g, $Mg\,SO_4 . 7\,H_2O$ — 0,2 g, destilovaná voda —

203. Sada fermentačních zkumavek s roztoky cukrů.



204. Umělá infekce stonku máku pomocí kapilárky se suspensí bakterií.

1000 ml. Upravíme pH na 7,0, přidáme indikátor (2% roztok bromthymolové modři) a sterilisujeme. Maltosa, laktosa, sacharosa, levulosa a rafinosa jsou náchylné ke karbonisaci nebo rozkladu teplotami používanými při sterilisaci pod tlakem. Proto jsou obvykle sterilisovány v Kochově hrnci 1 hodinu tři dny za sebou. Aby nedošlo k nežádoucímu rozkladu uvedených cukrů, doporučuje Burkholder (1932) provádět sterilisaci filtrací přes Berkefeldův filtr, který se upevňuje do skleněného válce pomocí závitu a gumového těsnění (obr. 202).

Všechny zkumavky pak musí být jeden týden inkubovány při 25° C, aby se zjistila sterilita.

Mnoho bakterií štěpí uhlikaté sloučeniny, jako cukry, alkoholy a glukosidy na jednodušší látky, z nichž některé jsou zužitkovány jako zdroje uhlíku a energie. Vzniklé organické kyseliny, hlavně oxálová, mohou být dále štěpeny na kysličník uhličitý a vodík. Zvláště u rodu *Bacterium* Ehrenberg jsou některé druhy v tomto směru velmi aktivní. Tvorba kyseliny nebo kyseliny a plynu z těchto sloučenin je velmi důležitým ukazatelem při identifikaci.

Zjišťování se provádí ve třech opakováních ve zkumavkách velikosti 10×1 cm, které naplníme do $^2/_3$ peptonovou vodou (obr. 203), k níž jsou přidány různé cukry nebo alkoholy a indikátor (bromthymolová modř). Do záznamu zapisujeme zjištěné reakce, tvorbu kyseliny po dobu jednoho týdne a za určitou dobu po naočkování zjišťujeme tvorbu plynu drobnými zkumavečkami, které vložíme ještě před sterilisací do media dnem vzhůru.

Redukce nitrátů

Některé bakterie jsou schopny redukovat nitráty (NO_3) na nitrity (NO_2). Neprokážeme-li patřičnou zkouškou nitrity, je nutno provést zkoušku na

obsah nitrátů. Není-li nalezen nitrát ani nitrit, nastala úplná redukce na jednodušší sloučeniny dusíku, po případě na samotný dusík. Při této reakci neočkované zkumavky slouží jako kontrola.

Dusičnany dávají intensivně modré zabarvení s kyselinou disulfanilovou. Nitrity dávají růžové nebo intensivně červené zabarvení s Griesovým činidlem (směs sulfanilové kyseliny a α-naftylaminu).

Nitrátovou půdu připravujeme takto: Do 1 litru masopeptonového bujónu přidáme 2 g chemicky čistého KNO_3. Po rozpuštění plníme zkumavky a sterilisujeme je 30 minut při 1 atm. Zkumavky očkujeme čistou kulturou bakterií teprve po pečlivé kontrole sterility media.

Zkouška na amoniak

Amoniak zjišťujeme Nesslerovým činidlem. Zkumavky s peptonovou vodou naočkujeme zkoušeným organismem a inkubujeme; po dvou dnech přidáme do jedné zkumavky stejné objemové množství Nesslerova činidla. Žlutooranžová sraženina dokazuje přítomnost amoniaku. Jestliže tato reakce nenastane, zkoušíme zbývající zkumavky s kulturami stejným způsobem opět za pět dní.

Příprava Nesslerova činidla. Rozpustíme 62,5 g KJ v 250 ml destilované vody. Asi 10 ml tohoto roztoku oddělíme a k hlavnímu podílu za neustálého míchání postupně přidáváme chladný nasycený roztok chloridu rtuťnatého, až se vytvoří stálá sraženina. Pak přidáme zbývajících 10 ml původního roztoku KJ a dodatečně něco $HgCl_2$, až zůstane zřetelná, avšak slabá sraženina. Potom rozpustíme 150 g KOH ve 150 ml destilované vody, roztok ochladíme a přidáme jej k prvnímu. Doplníme na 1000 ml destilovanou vodou a uchováváme ve tmě v dobře uzavřené láhvi.

Stanovení indolu

Metoda Erlichova. K 10 ml jednodenní bujónové kultury přidáme 5 ml tohoto roztoku: 4 g paradimethylamidobenzaldehydu, 380 ml 96% ethanolu a 80 ml koncentrované kyseliny solné. Pak přidáme 5 ml nasyceného vodního roztoku persíranu draselného $K_2S_2O_8$. Za přítomnosti indolu se objevuje během 5 minut červené zabarvení; čím sytěji a čím rychleji barva vystupuje, tím více se vytvořilo indolu.

Modifikace Kovácsova. Činidlo připravíme takto: smícháme 5 g paradimethylamidobenzaldehydu, 75 ml amylalkoholu, 25 ml koncentrované kyseliny solné. Do zkumavky bujónové kultury (bez cukru) přidáme 25 až 30 kapek činidla a po několikerém promíchání skláněním (bez třepání) nabývá amylalkohol v positivním případě často ihned třešňové červené barvy.

Stanovení sirovodíku

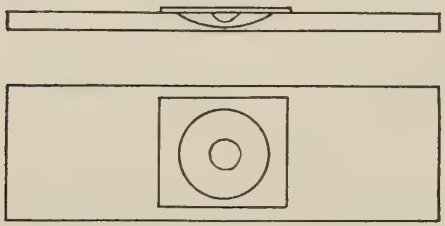
Sirovodík stanovíme tak, že se zkoušený organismus naočkuje do zkumavek s peptonovou vodou. Suché pásky filtračního papíru, ovlhčené v nasyceném roztoku octanu olovnatého, se vloží do zkumavek a přidrží zátkami tak, aby se nedotýkaly media. Jestliže se uvolňuje sirovodík, okraje papírových proužků černají ve třech až sedmi dnech.

Očkování zdravých rostlin čistou kulturou

Při infekčních pokusech je vždy nutné založit i příslušné kontroly. Při různých infekčních metodách mají být kontrolní rostliny ošetřeny stejně jako rostliny určené pro infekci, jen s tím rozdílem, že nejsou očkovány infekčním mikroorganismem. Kontroly vždy ošetřujeme dříve než rostliny určené k infekci, abychom se vyvarovali možného přenosu infekce znečištěnýma rukama, nářadím apod.

Tak na příklad při infekci rostlin postřikem suspensí bakterií postřikujeme kontrolní rostliny stejným množstvím destilované vody, kdežto rostliny určené k infekci postřikujeme vodní suspensí parasitních bakterií.

O patogenitě původců měkké hniloby je možno se přesvědčit na cibuli nebo na mladých okurkách, poněvadž všechny bakterie měkké hniloby způsobují rozpad pletiv těchto dvou hostitelů. Postupujeme tak, že nejprve desinfikujeme povrch u cibule roztokem (1 : 1000) chloridu rtuťnatého (sublimát) a u okurek lihem. Cibule ponoříme do roztoku sublimátu na 20 minut a pak je několikrát omyjeme sterilní vodou. U okurek povrch potřeme tampónem z vaty ovlhčené v lihu a pak jej ožehneme.



205. Visutá kapka.

K infekci používáme buď celé cibule a okurky nebo řízky, které připravíme asi 1 cm tlusté za aseptických podmínek a dáme do Petriho misek. Přidáme sterilní vodu, aby byly řízky částečně ponořeny. Povrch rovněž ovlhčíme (pipetou), poněvadž na zaschlém povrchu by infekce nenastala.

Celé sterilní cibule nebo okurky vložíme do sterilních skleněných krabic. Na povrch naneseme několik kliček suspense a místo nátěru poraníme dohloubky asi 0,5 cm sterilní jehlou.

Bakterie měkké hniloby vytvoří prokazatelný rozpad pletiva během 48 hodin.

Pro infekci rostlin během růstu, zvláště v hlubších vrstvách pletiv, možno použít i této metody: Sterilní skleněné kapilárky, dlouhé 3—4 cm, ponoříme jedním koncem do kapky bakterijní suspense, která vzlínavostí vyplní poměrně malou část (½—2 mm^3) obsahu. Infikujeme pak tak, že kapilárku vpíchneme a ponecháme v pletivu; hořejší konec můžeme ještě uzavřít vaselinou. Tato metoda zaručuje sterilitu a přesné umístění infekce a udržuje infekční materiál i po delší dobu v chráněném a biologicky příznivém prostředí. (Rozsypal, Mráz 1956.)

Umělé infekce na listech a mladých rostlinných výhonech provádíme na normálních zdravých rostlinách. Vodní suspense kultur vpichujeme do nejmladších částí stonků poblíž vegetačních vrcholů nebo postřikujeme suspensí rostliny rozprašovačem tak, aby spodní i svrchní povrch listů byl pokryt jemnými kapkami. Rostliny chráníme před rychlým vysycháním skleněnými zvony nebo igelitovými poklopy vyloženými zčásti vlhkým filtračním papírem a necháme je přikryté po dobu 48 hodin. Známky infekce, to jest vadnutí, kadeřavost listů, mokvavé skvrny nebo odbarvení

ploch kolem vpichů, se objeví podle povahy patogenního mikroorganismu do pěti dnů až do tří neděl.

Infekci možno provést také infiltrací bakterijní suspense vodní vývěvou (Waitz, Gassner, Schwartz 1956). Sací silou vývěvy je suspense bakterií infiltrována do rostlinných tkání. Po infiltraci projevují listy zevně tmavozelené zabarvení, mladé výhonky bývají sklovitě lesklé, jakoby namrzlé. Zabarvení po 2—5 hodinách mizí, takže rostliny opět mají normální vzhled. Infekce infiltrací původce bakteriosy fazolí *Pseudomonas phaseolicola* (Burkh.) Elliott se projevuje již za 1—3 dny. Tato metoda je zvláště vhodná pro rychlé zjišťování resistence nebo náchylnosti různých sort.

Při zkoumání nové nebo dosud málo prostudované bakterijní choroby by se mělo používat i jiných, především příbuzných, ale i vzdálenějších druhů rostlin, aby se zjistil co největší počet možných hostitelů. Tím se vyvarujeme popisu jedné a téže bakterie, isolované z odlišných druhů hostitelských rostlin, jako různého patogenního původce.

Pro infekci dřevnatých částí se nejlépe hodí ještě mladé výhonky dřevin. Bakterijní suspense vpravujeme do pletiv buď injekční stříkačkou nebo řeznými ranami, které chráníme před vysycháním slabší vrstvou štěpařského vosku, staniolovým obalem apod.

K testům původcem bakterijní nádorovitosti [*Agrobacterium tumefaciens* (Smith a Townsend) Conn] lze použít mladé rostliny rajčat nebo slunečnic. Bakterijní suspense vpichujeme do horních stonkových etáží nebo poblíž vegetačního vrcholu rostlin alespoň 20 cm vysokých. Místa infekce chráníme před znečištěním.

Z uměle infikovaných rostlin zpětně isolujeme mikroorganismus, abychom jej srovnávali s původně isolovaným.

Zpětnou isolaci bakterie z uměle naočkovaných rostlin provádíme stejně jako isolaci původní. Totožnost mikroorganismů co do morfologických, fysiologických a kultivačních vlastností vzájemně srovnáváme; přitom bereme v úvahu, že původně vyisolované bakterie, udržované již delší dobu v umělé kultuře, mohou vykazovat u některých vlastností částečné, ne však podstatné změny.

Metody barvení

Morfologické znaky (tvar a velikost bakterií, přítomnost pouzder, tvorba spor a jejich umístění v buňce, charakter bičíků apod.) můžeme zjistit jedině mikroskopickým vyšetřením různými metodami pečlivě připraveného preparátu.

Pro zjišťování tvaru a pohyblivosti bakterií připravujeme preparáty bez fixace a koncentrovaného barviva. Živé bakterie vyšetřujeme v kapce bujónu, peptonové vody nebo fysiologického roztoku.

Pro běžná pozorování připravujeme smáčknutý preparát, kde je suspense bakterií umístěna mezi krycím a rovným podložním sklíčkem.

Dokonalejší je pozorování živých bakterií ve visuté kapce. Na krycí sklíčko přeneseme kličkou kapku kultury (bujónové nebo agarové v peptonové vodě nebo ve fysiologickém roztoku), okraje natřeme vaselinou, obrátíme a přitiskneme na podložní sklíčko, které má ve středu vybroušenou kruhovitou jamku (obr. 205). Vaselina chrání preparát před vyschnutím.

Někdy používáme k obarvení živých bakterií značně zředěných anilinových barviv (vitální barvení), na příklad nasyceného roztoku neutrální červeně ve zředění 1 : 100 nebo methylenové modři ve zředění 1 : 1000. Toto barvení má, jak uvádí Málek (1953), pro studování živých mikrobů daleko menší význam v souhlase s názorem Knaysiho, že barvitelnost je známkou odumírání organismů, neboť buňky při plné životnosti nepropouštějí barviva do protoplasmy, nýbrž je zadrží v buněčné stěně.

Pro snazší pozorování morfologických vlastností a také pro získání trvalých preparátů barvíme bakterie v mrtvém stavu po předchozí fixaci různými barvicími metodami.

Dobrých výsledků však dosáhneme jen na velmi pečlivě očištěných sklíčkách při přesném dodržování barvicí metody.

Jednoduché metody barvení

Nátěr osušíme na vzduchu a fixujeme trojím rychlým protažením sklíček plamenem kahanu. Potom barvíme 1 minutu roztokem anilinového barviva, na příklad karbolfuchsinu, kterým nátěr na sklíčku zalejeme, opláchneme sklíčko vodovodní vodou a osušíme je na vzduchu nebo filtračním papírem. Pro bakteriologické vyšetření není třeba krycích sklíček.

Pozorujeme nejprve menšími objektivy, až na preparátu najdeme vhodné místo s menším počtem stejnoměrně rozložených bakterií. Na tuto pečlivě vybranou plochu přeneseme kapku imersního oleje a velmi opatrně snižujeme tubus mikroskopu, až přední čočka imersního objektivu přijde do styku s olejem. Po straně přední čočku imersního objektivu pozorně sledujeme tak dlouho, dokud se neposune těsně nad roztěr. Potom se díváme do mikroskopu a makrometrickým šroubem vysouváme tubus velmi pomalu směrem nahoru. Když spatříme bakterie, zaostřujeme přesněji mikrometrickým šroubem, přičemž irrisová clona kondensoru je široce otevřena a jeho čelní čočka se téměř dotýká podložního sklíčka.

Po mikroskopování se imersní olej se sklíčka odstraní několikaminutovým ponořením do nádobky s xylolem, který na barvivo nepůsobí. Jestliže je nutno preparát uchovat, sklíčko z xylolu vyjmeme, otřepeme a ponecháme na vzduchu oschnout.

Jednoduché barvení preparátu se tedy skládá z těchto operací:

1. nanesení materiálu na sklíčko a jemné rozetření,
2. osušení na vzduchu při laboratorní teplotě,
3. fixace dvojnásobným až trojnásobným rychlým protažením plamenem,
4. zalití nátěru barvivem na 0,5—3 minuty,
5. opláchnutí vodou,
6. osušení filtračním papírem,
7. uzavření do kanadského balsámu (chceme-li preparát uchovat).

Složité metody barvení

Mezi nejdůležitější složité diagnostické barvicí metody patří metoda Gramova.

Princip metody. Bakterie se obarví zásaditým barvivem z trifenylmethanové skupiny, jako je gentianová, methylenová nebo krystalová

violeť; moří se roztokem Lugolovým, kyselinou pikrovou (trinitrobenzen) nebo dvojchromanem draselným; pak se odbarvují acetonem nebo alkoholem.

Bakterie grampositivní (Gram+) se nedají odbarvit a barvivo jednou přijaté v sobě zadržují; gramnegativní (Gram−) bakterie se alkoholem odbarvují. Abychom mohli lépe pozorovat i bakterie gramnegativní, barvíme je kontrastně doplňkovým barvivem, a to buď zředěným karbolfuchsinem, nebo safraninem.

Existují však bakterie, které se Gramem barví jen částečně, tzn. že část bakterií téhož druhu zůstane po promývání alkoholem obarvených (jedinci Gram+), kdežto zbytek se úplně odbarví (jedinci Gram−).

Postup práce při Gramově barvicí metodě (Nyfeldtova modifikace):

1. Na sklíčku provedeme obvyklým způsobem roztěr z mladé agarové nebo bujónové kultury, necháme jej při laboratorní teplotě osušit a fixujeme nad plamenem tak, aby sklíčko bylo na dotek horké.

2. Roztěr převrstvíme roztokem karbolmethylenové violeti (roztok a) a necháme působit 1 minutu.

3. Barvivo se sklíčka slejeme.

4. Nalejeme Lugolův roztok (roztok b) a necháme jej působit 1 minutu.

5. Barvivo se sklíčka slejeme.

6. Odbarvujeme lihem, až přestane barvivo z nátěru vystupovat (zjistíme snadno držením sklíčka proti bílému pozadí).

7. Převrstvíme preparát kontrastním barvivem (roztok c) a sklíčkem 0,5 minuty třepeme.

8. Preparát omyjeme vodou a osušíme filtračním papírem.

Roztok a) karbolmethylenová violeť:

methylenová violeť	0,5 g
krystalický fenol	2,5 g
97% alkohol	20,0 ml
čistý glycerin	80,0 ml
destilovaná voda	100,0 ml

b) Lugolův roztok:

jod	1,0 g
jodid draselný	2,0 g
destilovaná voda	100,0 ml

c) kontrastní barvivo:
1% roztok safraninu

Grampositivní bakterie jsou pod imersním objektivem mikroskopu modrofialové, gramnegativní organismy budou slabě červené. Intensivnějšího zabarvení gramnegativních bakterií dosáhneme, použijeme-li zředěného karbofuchsinu místo 1% vodného roztoku safraninu.

Složení koncentrovaného karbolfuchsinu:

basický fuchsin	1,0 g
krystalický fenol	5,0 g
absolutní alkohol	10,0 ml
destilovaná voda	100,0 ml

Zředěný karbolfuchsin získáme smíšením 1 dílu koncentrovaného karbolfuchsinu s 10 díly destilované vody.

Gramova barvicí metoda má několik modifikací, a proto je důležité uvést, které modifikace bylo užito.

Význam Gramovy barvicí metody

Vznikla náhodou, když Gram hledal způsob, jak odkrýt a barevně rozlišit bakterie v tkáňových řezech.

Současný význam této metody je v tom, že rozděluje mikroby na skupiny grampositivních a gramnegativních mikroorganismů a na skupinu mikrobů, které se touto metodou barví jen částečně (část jejich buňky nebo někteří jedinci jsou grampositivní, ostatní gramnegativní); nazýváme je gramlabilními.

Gramova metoda záleží v tom, že deriváty pararosanilinu, jako gentianová violeť a některá jiná barviva, tvoří s jodem sloučeniny, jež vzdorují odbarvujícímu účinku alkoholu nebo acetonu, kde jod je bílkovinou mikroorganismu vázán.

Rozdílná barvicí schopnost bakterií dále souvisí s řadou dalších fysikálně chemických vlastností, takže Gramova metoda odkrývá na příklad částečně i složení bakterií. V neposlední řadě ukázala, že barvitelnost do značné míry souvisí i s citlivostí na antibiotika.

Barvení pouzder

Buněčná stěna u některých bakterií je nápadně zvětšena v hlenovitou vrstvu, která pokrývá celý povrch těla; nazýváme ji pouzdrem. Bývá dobře viditelná v nativním, hlavně nezbarveném preparátu (bakterie pozorované za živa) jako bezbarvý světlý lem obklopující bakterii.

Slizovité pouzdro je lépe patrné po obarvení speciálními barvicími metodami. Izrailskij (1952) doporučuje dvě nejjednodušší metody:

Methylenovou modří. Na preparát nalejeme horký roztok methylenové modře (1 díl barviva + 10 dílů alkoholu + 100 dílů vody), opláchneme ve vodě a provádíme kontrastní barvení po dobu 5 minut roztokem fuchsinu (1 díl barviva + 10 dílů alkoholu + 100 dílů vody). Těla bakterií se barví modře, pouzdra narůžověle.

Zředěnou tuší. Na podložní sklíčko naneseme větší kapku připravené zředěné tuše, do níž kličkou vpravíme část kultury studovaných bakterií. Po smíšení s tuší je jemně po sklíčku rozetřeme v tenkou vrstvu a necháme oschnout. Potom je imersním systémem pozorujeme. V tmavém poli se objeví jasně viditelná pouzdra i těla bakterií.

Místo tuše se může použít kyselých anilinových barviv (nigrosan). Pouzdra jsou po obarvení lehce pozorovatelná u druhů *Xanthomonas translucens* (Jones, Johnson, Reddy) Dowson a *Pseudomonas lachrymans* (Smith) Bryan.

Příprava zředěné tuše:

1 díl tuše smísíme s 9 díly destilované vody a sterilisujeme 30 minut při 110° C. Před použitím ponecháme sterilní tuš dva týdny v klidu.

Barvení spor

O vlastnosti některých bakterií vytvářet ve zralých populacích starších kultur spory, ať už vlivem změn v živném prostředí následkem úbytku

živin, nebo různých faktorů inhibičních, přesvědčíme se na preparátech obarvených speciálními barvicími metodami.

Izrailskij (1952) doporučuje používat této metody:

Barvení fuchsinem. Na osušený a fixovaný nátěr nalejeme roztok fuchsinu a zahříváme jej nad ohněm až do vzniku páry (barvivo se nesmí vařit) po dobu 5—10 minut. Vypařenou tekutinu nahrazujeme doléváním. Lépe je nátěr přikrýt filtračním papírem a na něj postupně nalévat barvicí roztok. Potom zbylé barvivo slejeme a preparát promyjeme ve vodě.

Preparát odbarvujeme buď kyselým alkoholem (100 ml 90% ethylalkoholu, 200 ml vody, 20 kapek koncentrované HCl) nebo 1,5% roztokem kyselin (sírové, solné, dusičné, octové). Některý z uvedených roztoků nalejeme na preparát a necháme působit několik vteřin do slabě růžového odbarvení preparátu.

Doba nutná pro odbarvení závisí na vlastním preparátu a na síle jeho obarvení fuchsinem.

Barvení methylenovou modří je kontrastním barvením; po něm preparát omyjeme vodou a mikroskopujeme.

Spory se barví červeně, těla bakterií modře.

Metoda barvení spor podle Möllera je podobná předešlé:

1. Osušený a fixovaný preparát na sklíčku se maceruje kyselinou sírovou nebo peroxydem vodíku nebo 5% kyselinou osmiovou, aby se dosáhlo uvolnění a propustnosti membrány spor.

2. Karbolový fuchsin se 2—3krát uvede skoro do varu, načež se nechá několik minut stát.

3. Odbarvuje se 20% kyselinou sírovou 3 vteřiny.

4. Řádně se opláchne 60% alkoholem.

5. Barví se vodní methylenovou modří 0,5—1 minutu (kontrastní barvení).

6. Opláchne se vodou.

7. Osuší se a uzavře do kanadského balsámu.

Spory jsou červené, bakterie modré.

Barvení bičíků

Existuje několik metod, které při dokonalé pečlivosti a velké trpělivosti mohou dát dobré výsledky, pracujeme-li s čistými, tj. tuku prostými sklíčky a nepříliš koncentrovanou suspensí bakterií.

Základní úkony při barvení bičíků jsou tyto:

1. Bakterie se usmrcují a fixují s nejmenším poškozením. Poškozené bakterie totiž velmi snadno ztrácejí část bičíků, někdy i všechny.

2. Bičíky se moří taninem.

3. Mořené bičíky se pokryjí barvivem nebo stříbrnou solí tak, aby se staly viditelnými pod mikroskopem.

Metody barvení stříbrnými solemi používáme, když pořizujeme mikrofotografie. I když tato metoda je mnohem komplikovanější, dává na papíře dokonalejší obraz uspořádání bičíků. Ostatní metody pro reprodukci jsou méně vhodné a používají se pro běžné zjišťování počtu a uspořádání bičíků.

Usmrcení a fixace bakterií

K zjišťování bičíků používáme jen mladých kultur bakterií, vyrostlých buď v tekuté (bujón) nebo pevné živné půdě (šikmý kvasnicový nebo masopeptonový agar). U rychle rostoucích druhů rodu *Pseudomonas* a *Bacterium* inkubujeme kultury 18—24 hodin při 25° C, u pozvolněji rostoucích druhů rodu *Xanthomonas* inkubační dobu prodlužujeme za jinak stejných podmínek na 2—3 dny.

Po vhodné inkubační době naléváme do zkumavek s agarem a kulturou malé množství sterilní vody a ponecháme v klidu asi půl hodiny, čímž umožníme bakteriím difundovat z narostlého nátěru a vytvořit tak bakterijní vodní suspensi. Když se původně čirá voda zakalí, odpipetujeme asi 2 ml suspense do jiné zkumavky, obsahující asi 2 ml 1% formalinu a opět necháme difundovat. Získaná formalinová suspense se týden uchová a poskytuje materiál, z kterého se dělají nátěry na sklíčka. Nátěr provádíme kličkou na čisté podložní sklíčko a necháme při laboratorní teplotě oschnout. Takto zhotovené nátěry jsou připraveny k moření a barvení.

Moření bičíků taninem a barvení

Bičíky barvíme za přísady mořidla, které umožní dobré prostoupení buňky barvivem a jeho trvalost.

Spolehlivou metodou je metoda Pepplerova:

1. Preparát (velmi jemný roztěr) se suší na vzduchu.

2. Na 1—5 minut se ponoří do taninového mořidla starého čtyři dny (uchovávat při 20° C a před použitím filtrovat).

Složení taninového mořidla: kyselina třísłová (20,0 dílů), rozpuštěná v zahřívané destilované vodě (80,0 dílů) a 2,5% roztok anhydridu chromového (CrO_3) (15,0 dílů).

3. Důkladně se opláchne vodou.

4. Na 2 minuty se ponoří do karbolgentianové violeti nebo karbolfuchsinu.

Složení barvicího roztoku: gentianová violeť (0,5 dílu), etanol (10,0 dílů), roztok kyseliny karbolové (2,5 dílu), destilovaná voda (100,0 dílů).
Roztok má zůstat asi 2 dny stát, pak se filtruje.

5. Preparát se důkladně opláchne i na spodní straně, osuší a uzavře do kanadského balsámu.

Bakterie jsou tmavofialové, bičíky o něco jasnější. Tmavšího zabarvení dosáhneme ponořením do Lugolova roztoku (1 minutu) na karbolgentianovou violeť.

Metoda Cesaresova-Gillova:

Složení mořidla:

kyselina třísłová	10,0 g
chlorid hlinitý	18,0 g
chlorid zinečnatý	10,0 g
chlorid rosanilinu	1,5 g
60% alkohol	40,0 ml

Všechny pevné látky společně rozmělníme v 10 ml alkoholu. Chlorid zinečnatý musí být zcela rozrušen. Získaný roztok pak za pomalého míchání ředíme zbylými 30 ml alkoholu. Takto připravený mořicí a barvicí roztok uchováváme v zazátkované láhvi, před použitím ředíme ve zkumavce s trojnásobným objemem destilované vody a filtrujeme přímo na sklíčko. Po 5minutovém působení omyjeme vodovodní vodou a 2 minuty kontrastně barvíme zředěným karbolfuchsinem (1 díl karbolfuchsinu s 10 díly destilované vody). Opět omyjeme pod vodovodem, pak jemně otřepeme a necháme oschnout na vzduchu.

Bakterie a bičíky jsou obarveny červeně.

Literatura

Burkholder W. H.: Carbohydrate fermentation by certain closely related species in the genus *Phytomonas*. Phytopathology, Vol. XXII, No. 8, 1932.

Dowson W. J.: Manual of bacterial plant diseases. London 1949.

Izrailskij V. P.: Bakterialnyje bolezni rastenij. Moskva 1952.

Málek I.: Obecná mikrobiologie lékařská. Praha 1953.

Rozsypal J., Mráz F.: Bakteriosy máku setého pozorované v Československu. Čs. biologie 5, 1956.

Waitz L., Gassner G., Schwartz W.: Untersuchungen über die von *Pseudomonas phaseolicola* (Burkh.) Dowson hervorgerufene Fettfleckenkrankheit der Bohne. I. Methoden der Infektion von Versuchspflanzen. Zentralbl. f. Bakt. u. Paras., II, 109, 1956.

ÚVOD DO VIROLOGICKÉ TECHNIKY

ÚČEL A ZHODNOCENÍ LABORATORNÍCH METOD UŽÍVANÝCH VE VIROLOGII

Metody sloužící ke studiu virových chorob rostlin jsou pro zvláštní povahu virů naprosto odlišné od metod užívaných v ostatních oborech fytopatologického bádání. Jsou zaměřeny k různým účelům, z nichž nejdůležitější jsou:

a) důkaz o virové podstatě onemocnění — diagnosa typu choroby (viz str. 571),

b) přesná identifikace viru, po případě virového kmene vyvolávajícího chorobu (viz str. 604),

c) stanovení způsobu přenosnosti jednotlivých virů,

d) stanovení vlastností jednotlivých virů (stanovení povahy a složení virů),

e) stanovení okruhu hostitelů,

f) stanovení odolnosti rostlin vůči virové nákaze.

Společným znakem většiny užívaných metod je jejich dosti značná pracnost a poměrná zdlouhavost. Tak např. poměrně jednoduché provedení důkazu o podstatě onemocnění trvá většinou nejméně týden, nezřídka i rok a více. Kromě toho většina používaných metod vyžaduje velmi pečlivé provedení, zvláště pak ty metody, za kterých může při neopatrné práci nebo nevhodných podmínkách pokusu dojít k infikování rostliny nežádoucími viry nebo k nežádoucí infekci rostlin kontrolních (např. za přítomnosti vektorového hmyzu v pokusném skleníku). Průkaznost jednotlivých metod má tedy různou hodnotu, mnohdy podmíněnou jen svědomitostí pokusníka. Některé metody vyžadují zvláštní nákladné aparatury nebo speciální zařízení. Proto se virologické laboratorní metody v normální pěstitelské a ochranářské praxi uplatňují jen málo. Zato se běžně užívají v praxi šlechtitelské, a to většinou jako testy laboratorní, méně jako testy polní.

Přesto je virologická technika stále ve vývoji a doznává rychlého pokroku stálým zaváděním nových metod nebo zlepšováním metod již užívaných. V poslední době je snaha objevit rychlé, jednoduché a spolehlivé metody diagnostiky viros, které by sloužily ke stanovení hodnoty sadbového materiálu po stránce zdravotní; do jisté míry se to již daří.

V následujících statích jsou z virologických metod popsány jen ty nejdůležitější, které se uplatňují v běžném virologickém pokusnictví; z jiných jsou uvedeny alespoň principy s příslušným odkazem na literaturu.

METODICKÉ ZÁKLADY DIAGNOSTIKY VIROVÝCH CHOROB

Diagnosa virových chorob, hlavně pokud jde o určení virové podstaty onemocnění, se provádí rozličnými způsoby, jež je možno rozdělit do šesti skupin, a to na diagnosu:

1. podle příznaků onemocnění (symptomatická diagnosa),
2. podle způsobů přenosnosti (převážně experimentálním přenosem choroby, méně registrací přirozeného přenosu virové nákazy) — tzv. metodami biologickými,
3. metodami sérologickými,
4. biochemickými testy,
5. metodami mikroskopickými (zvláště elektronovou mikroskopií),
6. metodami biofysikálními.

Jednotlivé metody mají ovšem daleko širší použití než jen pro diagnosu choroby, takže ve skutečnosti je možno jen těžko vést hranici mezi metodami diagnostickými a ostatními neméně důležitými metodami laboratorními.

Spolehlivost a použitelnost jednotlivých metod je různá a často je vymezena jen na speciální případy, takže se někdy k diagnostice musí používat kombinací různých metod. Nejméně průkazné bývají metody čistě symptomatické, které přinášejí dobré výsledky jen u vysloveně typických příznaků určitého onemocnění (již dříve poznaného) nebo u viros nezaměnitelných s jiným onemocněním. Mají však význam při hodnocení prováděném ve spojení s jinými metodami (např. s testováním viros na indikátorových rostlinách), po případě při pomocném nebo předběžném určování. Nejširší uplatnění v diagnostice viros nacházejí biologické metody experimentálního přenosu virové choroby, které při zachování určitých podmínek (zvláště aseptičnosti prostředí) mohou být většinou zcela věrohodné, zvláště je-li současně proveden důkaz, že nejde v tomto případě o jiného původce infekční povahy (bakterii nebo houbu).

Experimentální přenos viros

Tento nejužívanější způsob diagnosy viros je založen na hlavní vlastnosti virů — jejich infekční povaze. Zkoumanou chorobu je možno spolehlivě označit za virovou, prokáže-li se její přenosnost určitými specifickými způsoby. K experimentálnímu přenosu viros se užívá mechanické inokulace, přenosu nákazy pomocí vektorů a přenosu roubováním (očkováním). Jiné způsoby přenosu virů se nepoužívají, neboť viry se vždy přenášejí aspoň jedním z těchto tří základních způsobů.

Mechanické očkování rostlinnými extrakty

Mechanická inokulace rostlin surovou nebo různě upravenou šťávou z homogenisovaných (např. rozdrcených nebo rozemletých) virosních rostlin je nejobvyklejší metodou experimentálního přenosu mnoha rostlinných virů. U virů mechanicky přenosných se tohoto způsobu používá při identifikaci, při křížových testech, při stanovení konečného (maximálního) zředění infekční šťávy, při zjišťování termolability viru v surové šťávě nebo

určování infekčnosti různě staré šťávy atd. V těchto případech většinou jde o kvalitativní stanovení infekčnosti (to znamená, že pouze zjišťujeme, zda je možno šťávou různě upravenou nakazit zdravé rostliny). Dalšího způsobu mechanické inokulace užíváme ještě pro kvantitativní testy zjišťování titru viru nebo relativní infektivity určitého preparátu.

Technika mechanické inokulace

Jako testovacího materiálu se zásadně používá semenáčů rostlin vypěstovaných za nepřístupu hmyzu ve skleníku*). Jednotlivé rostliny v hrnkách očkujeme v době bujného růstu, nedlouho po přepichování. Personál pracující se zdravým materiálem musí dodržovat úzkostlivou čistotu, kterou se zejména brání před kontaminací virem tabákové mosaiky; při práci se nesmí kouřit a před započetím práce je nutno mýt ruce mýdlem**). K pokusu se má používat desinfikované zeminy, aby byl vyloučen možný přenos viru z půdy, zvláště viru tabákové mosaiky [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] nebo viru X viru bramborového [*Solanum virus 1* (Orton) Smith].

Z infekčního materiálu lisujeme šťávu buď cukrovarnickými kleštěmi nebo listy rozdrtíme v třecí misce (obr. 206) nebo na homogenisátoru. Výhodné pro mnohé práce je zbavit surovou šťávu hrubých nečistot odstředěním nebo filtrací. V některých případech je doporučitelné provádět homogenisaci s 0,1 *M* pufrem (např. fosfátovým s pH přibližně 7). Proti rychlé ztrátě infektivity některých virů v surové šťávě se v poslední době užívá přídavku různých chemických prostředků zabraňujících (nebo alespoň částečně potlačujících) denaturaci virových bílkovin. Mezi ně patří např. n/100 roztok Na_2SO_3, který se přidává do rozdrcené listové kaše určené k získání infekční šťávy v poměru odpovídajícím zředění 1 : 1. S úspěchem bylo použito též slabého roztoku nikotinsulfátu anebo přídavku malého množství redukčních látek (Limasset et al. 1952) k ústojnému roztoku, používanému při homogenisaci rostlin. Z těchto látek má kromě Na_2SO_3 význam zvláště cystein nebo cystein-HCl.

Šťávu připravovanou k očkování aplikujeme na mladší, dosud rostoucí listy testovacích rostlin (obr. 207). Dříve se používalo k inokulaci jehel. Na list rostliny se nanesla kapka infekční šťávy a touto kapkou se list propíchal jehlou. Od tohoto způsobu se upustilo a k poranění listového pletiva se používá různých abrasiv. Metoda byla poprvé doporučena Rawlinsem a Tompkinsem (1936, 1940), podle nichž bývá někdy označována jako RT metoda mechanické inokulace. Nejčastěji užívaným abrasivem je práškové karborundum. Doporučuje se používat karborundum určité velikosti (podle hustoty sít jsou hodnoty označeny „mesh."), obvykle v rozmezí 300—600 mesh. Očkovaný list opláchneme vlažnou vodou, aby se zabránilo rychlému odumírání epidermálních buněk***). Ostrý karborun-

*) Aby se zabránilo nekontrolovanému přenosu viros hmyzem, postřikují se rostliny systemickými insekticidy a skleník se vykuřuje 1—2krát týdně účinným insekticidním (zvl. aphicidním) přípravkem.

**) Výhodné je zvláště použití mýdlového roztoku upraveného podle tohoto postupu: 20 g nařezaného jádrového mýdla smíchaného s 5 g Na_3PO_4 se přivede za občasného míchání do varu a do roztoku, načež se ponechá vychladnout. (Cit. podle Heinové, 1957.)

***) Stejný účel má přikládání vlhkých filtračních papírků na poraněná místa listu po dobu 12 až 24 hodin.

dový prach se zaryje do pokožky listů a usnadní bez znatelného poškození listů vniknutí virových partikulí do pletiva. Tím dojde k primární infekci. Poranění listu ovšem nesmí být tak drastické, aby jím došlo k rozsáhlé nekrose pletiv, při níž se samozřejmě inaktivuje i virus. K rozsáhlým nekrosám na listech bránících přenosu inokula dochází snadno v měsících chudých na osvětlení, kdy rostliny jsou zvláště citlivé na poranění. Proto je možno použít karborunda většinou jen během jara a léta (Rawlins et Tompkins 1936). V některých případech, zvláště u vysoce infektivních virů, se dosáhne dobrého výsledku i bez použití abrasiva — třením onemocnělého listu o list zdravý. Jindy se dosáhne úspěšné inokulace jedině vpichem virosní šťávy do podpovrchových pletiv zdravé rostliny injekční stříkačkou. U virů, které se mechanicky obtížně přenášejí, bylo též použito vakuové infiltrace (Pozděna 1953), která záleží v tom, že za podtlaku, dosaženého vakuem, inokulovaná šťáva snadněji vniká do rostlin.

Aby bylo možno pozorovat, jakou rychlostí se virus šíří rostlinnými pletivy, upravuje Köhler (1956) inokulační karborundovou metodu tím, že inokulát vtírá do listů jen na přesně vymezeném místě (tzv. metoda inokulace do kroužku). Z lehkého lepenkového kartounu se vyříznou kolečka průměru 25 mm a v nich se opět vyřízne kruhový střed průměru 13 mm, takže vznikne mezikruží šířky 6 mm. Tento lepenkový kroužek se přikládá na list určený k inokulaci tak, že jeho střed přijde na postranní žilku prvního řádu (obr. 208). Aby přiložený kroužek pevně přilnul a žádná infekční šťáva nemohla uniknout kolem okraje, kartonek se na spodní straně lehce potře vaselinou. Potom se vnější okraj kroužku obtáhne tuší. Při inokulaci prováděné do vnitřního kroužku kartonku se prstenec popráší karborundovým práškem a infekční šťáva se opatrně vtírá do listu skleněnou tyčinkou. Případný přebytek šťávy se odsaje filtračním papírem a celý kartonový kroužek se opatrně zvedne z listu, který se nechá pomalu oschnout. Tímto způsobem inokulace je možno pozorovat, jak dlouhou dobu virus potřebuje k tomu, aby prostoupil listem na vzdálenost 6 mm. Z listu se vyříznou v různých časových intervalech tuší označené kruhovité partie, takže je možno podle opakovaných inokulací stanovit velmi spolehlivě rychlost šíření viru rostlinnými pletivy*). Metoda má výhodu též v tom, že na jednom listu je možno provádět několik opakování, čímž se odstraní nestejnorodost pokusného materiálu při použití různých listů nebo i různých rostlin.

Inokulační testy in vitro

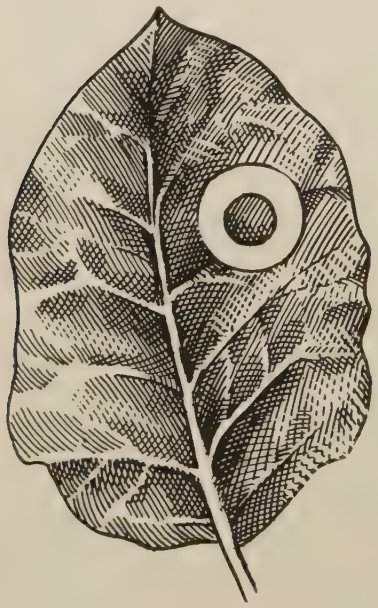
Techniky mechanické inokulace se užívá nejen k diagnostickým testům kvalitativním, ale i ke kvantitativnímu stanovení relativní infektivity virového preparátu. K tomuto účelu slouží zvláště metoda lokálních nekros (popsána na str. 615), které bylo v poslední době použito různými autory (např. Köhler 1953) též k diagnostickým testům in vitro (tzv. miskový test). Jako příklad může být uvedena misková zkouška k rychlému důkazu obecné mosaiky fazolí [*Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith], prozkoušená Quantzem (1957). Podle této metody se šťáva zkoušené virově onemocnělé rostliny inokuluje pomocí karborundového prášku do mladých

*) Tak např. Köhler (1956) určil touto metodou rychlost šíření X viru bramborového [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] v tabákové rostlině na 0,083 mm hod.

206. Příprava inokula pro mechanický přenos viru. Drcení infikovaných listů v třecí misce.
Orig. Kvíčala

207. Provedení mechanické inokulace na tabákových listech.
Orig. Kvíčala

dostatečně narostlých listů fazolové odrůdy (hypersensitivní vůči uvedenému viru) a listy se pak ponechají ve vlhkých Petriho miskách na světle při 30 nebo 32° C. Na listech užitých k testu se po 2—3 dnech objeví červenohnědá nekrotická místa, charakteristická pro *Phaseolus virus 1* (Pierce) Smith. Tato metoda se hodí ke kvalitativním i kvantitativním testům a ke studiu různého rozdělení viru v rostlině a je pro svou rychlost a spolehlivost vhodná i pro šlechtitelskou praxi. Podobně Roland (1956) použil k testování A viru bramborového [*Solanum virus 3* (Murphy et Mc Kay) Smith] oddělených listů nekulturních brambor *Solanum denissum* Linl., na nichž se ve vlhké Petriho misce projevily známky onemocnění již za několik dní po inokulaci viru. Při použití miskové metody je třeba v některých případech rozlišovat symptomy virového onemocnění od příznaků vyvolaných na listech delším uložením na vlhkých Petriho miskách. Tak např. listy u testovací rostliny *Gomphrena globosa* L., která se dobře hodí pro miskový test, tvoří na vlhkém filtračním papíru velmi brzo kořínky na basi čepele, čímž se list vyčerpává a tvoří se na něm skvrnky podobné mosaice (Köhler 1954).



208. Metoda mechanické inokulace „do kroužku".
Podle Köhlera E. 1956

Přenosy kokoticí

Metoda přenosu viros kokoticí zavedená Bennetem (1940) se v experimentálních podmínkách uplatňuje zejména v těch případech, kdy jde o viry těžko mechanicky přenosné nebo mechanicky vůbec nepřenosné, u nichž nelze dobře použít jako vektorů hmyzu, nebo kde přenos roubem nelze uskutečnit pro nedostatek afinity systematicky vzdálených rostlinných druhů; používá se konečně i tam, kde technika roubování je obtížná.

K přenosu virů používáme rostlin kokotice vypěstovaných ze semene a pěstovaných na zdravých rostlinách ve skleníku. Odřízneme sterilní žiletkou části kokotice, které můžeme jednotlivě ponořit uříznutým koncem do epruvety s vodou, již zabořímе do půdy hrnku u zdroje infekce tak, aby se kokotice dotýkala rostliny. Za několik dní kokotice zapustí do hostitele haustoria a roste. Epruvety pak odstraníme. Po určité době oddělíme části kokotice z infekčního zdroje a připojíme je stejným způsobem jednotlivě k zdravým testovacím rostlinám.

Cochran (1947) navrhl tzv. metodu kokotičného roubu: k řapíku zdravé rostliny rostoucí v hrnku se připevní (přiváže) řapík listu onemocnělého virosou a oba řapíky se omotají kokoticí, přičemž je mezi nimi upevněn staniol, který brání eventuálnímu mechanickému přenosu. List virosní rostliny může být ponořen basí řapíku do zkumavky s vodou, jak ukazuje obr. 209.

Nejjednodušší a ve většině případů plně vyhovující je omotání odříznuté části kokotice okolo rostliny, která má sloužit za roub (nemocná rostlina), a pak dlouhé kokotičné lodyžky parasitující na infekčním zdroji připojit přímo k testovacím rostlinám bez dalšího odřezávání (např. Mišiga a Valenta 1957).

Problematiku přenášení viros kokoticí rozebírá podrobně Schmelzer (1957).

Přenosy hmyzem

Pro pokusy s přenášením rostlinných virů hmyzem jsou zaváděny laboratorní chovy hmyzu, které zaručují neinfekčnost jedinců používaných k pokusům. Osvědčené je pěstování mšic (např. Rűppold 1954) nebo křísů v insektariích se standardním zářivkovým osvětlením, teplotou, vlhkostí a větráním. V těchto chovech se většinou užívá jako živných rostlin druhů imunních ke zkoumaným virům.

Běžný postup práce je ten, že skupinu hmyzu přeneseme na určitou dobu na zdroj infekce, na němž se hmyz nakazí virem. Potom hmyz pře-

209. Přenos virosy kokoticí. Podle Schmelzera 1957

neseme na testovací rostlinu, kde jej obvykle za několik dní po přenosu infekce usmrtíme systemickým insekticidem, není-li nutno přenosy postupně opakovat. Jednotlivé intervaly přenosu musí být upraveny vždy jinak pro různý virový a hmyzí materiál. U stálých (persistentních) virů, které setrvávají v přenašeči po celý život, se používá až několikadenního infekčního sání, naproti tomu u nestálých virů (nepersistentních), které jsou přenášeny zejména mšicemi, je třeba dodržet krátkou dobu sání na zdroji infekce. Pravděpodobnost přenosu je větší, jestliže hmyz před infekčním sáním několik hodin hladoví (1—4 hod.) a infekční sání trvá jen několik minut. Mšice obvykle hladovíme v Petriho miskách a po dvou až třech hodinách vložíme do misky list ze zdroje infekce. Za 5—10 minut list vyjmeme a přisáté mšice přeneseme na testovací rostliny ovlhčené vlasovým štětečkem. Druhý den usmrtíme mšice na testovacích rostlinách postřikem. Často jde v těchto pokusech o viry přenosné též mechanicky, a proto musí být zachovány takové podmínky, aby byl vyloučen přenos kontaminací.

Protože při tomto přenosu virové nákazy jde většinou o zvířata velmi pohyblivá, je nutno přenášet hmyz ve zvláštních klíckách, které byly různými pokusníky sestrojeny v nejrůznějších typech. Výhodné jsou např. klícky ze silonového pletiva (obr. 210, 211), popsané Brčákem a Pinterou (1953)*). V jiných případech používáme krytu přes celé rostliny (při hromadných pokusech). Kořenáče opatříme drátěnou konstrukcí, kterou povlékneme silonovým pletivem (např. surovou silonovou punčochovinou). Podobně zhotovujeme isolační klícky na větvičkách (obr. 212).

Některé viry jsou přenosné jen hmyzem a roubem, nikoliv však mechanicky. Aby bylo možno testovat jejich infektivitu v různě preparované šťávě, snažili se někteří autoři dosáhnout přenosu živením vektorů infekční šťávou přes různé blány, např. Carter (1927, 1928a, 1928b), Hamilton (1930), Storey (1932) aj. Postup záleží v tom, že na blánu (rybí měchýř, Elfordovu koloidovou membránu nebo tenký parafinový plátek) se nanese kapka připravené šťávy (eventuálně s přídavkem cukrů) a vektor pak saje šťávu zdola přes blánu. Celé zařízení je uzavřeno ve skleněném válci. Z kapek infekční šťávy se podařilo tak živit též křísy.**)

Poslední nejmodernější metodou je přímé vpravování inokula do těla vektorů injekcemi (Maramorosch, Brakke a Black 1949, Maramorosch 1950). K tomu musí být zvířata znehybněna, a to buď nízkou teplotou anebo lépe přímo kysličníkem uhličitým (Maramorosch 1953), a pak se injikují nepatrným množstvím suspense. Do těla hmyzu se virus vpravuje speciální mikroinjekční stříkačkou (Maramorosch 1951, Heinze 1956) nebo se virová suspense vytlačuje tlakem z kapiláry a při tom se dávkuje (Maramorosch 1952). Postup byl též částečně automatisován (Maramorosch 1956), přičemž se odměřené množství dávkuje pomocí mechanického, po případě elektronkového stykače.

---

*) Při krátkých dobách sání osvědčuje se malá přenášecí klícka z perfolu (Rüppold, 1954).

**) Krmná klícka určená pro testování bývá někdy kombinována rovněž s aspirátorem na sbírání hmyzu (Legg 1955).

Metody přenosu viros roubováním (očkováním)

210. Silonová klícka na savý hmyz používaná k přenosům rostlinných virů hmyzem.
Orig. Brčák a Pintera

Z hlediska praktického jsou tyto metody nejdůležitější, neboť prakticky se všechny viry přenášejí vegetativním způsobem rozmnožování, to znamená i rouby, očky apod. Roubování je proto nejbezpečnějším způsobem přenášení viros a nejjednodušší a nejuniversálnější diagnostickou metodou. Pouze některé viry, a to ty, které vyvolávají jen místní nekrosy, se dají tímto způsobem přenést jen velmi obtížně, po případě se vůbec nepřenesou. U některých virů, vyvolávajících normálně pouze lokální nekrosy na určitém hostiteli, je však možno přenést roubem infekci na jiného hostitele, kde se projeví systemicky. U virů vyvolávajících systemické onemocnění bývá virová podstata choroby pokládána za prokazatelnou, přejde-li virus z roubu do podnože. Určitou nevýhodou těchto metod je mnohdy dlouhá doba, za kterou dojde k přenosu choroby (mnohdy za rok i více, zvláště u dřevin).

Roubování je užitečnou metodou při studiu viros zvláště tehdy, když

212. Isolační silonova klícka pro přenos viru hmyzem, upevněná na větvičce.
Orig. J. B. Novák, foto Kotrba

211. Silonová klícka na savý hmyz, používaná k přenosům rostlinných virů hmyzem, poněkud jinak uspořádaná.
Orig. Helebrant

se nedaří mechanická inokulace. Většinou se užívá roubování stonků. U brambor bývá někdy výhodné též roubování klíčků nebo hlíz.

Postup roubování hlíz je tento: ze zdravé hlízy, která má být infikována (podnož), se kovovým válečkem (např. korkovrtem) odstraní část dužniny s jedním očkem, a to asi v průměru 12 až 13 mm. Do získaného otvoru se vpraví vyříznutý (stejně dlouhý) váleček, který byl získán z hlízy infikované (roubu). Tento váleček, který slouží za roub, musí mít o něco větší průměr, nemusí však být odebrán s očkem (ačkoliv je to pro kontrolu lepší). Válečku ze zdravé hlízy je vhodné použít k vypěstování kontrolní rostliny. Místa vzájemného styku roubovanců na povrchu hlízy je vhodné zaparafinovat. Různé metody roubování klíčků a stonků bramborových, po případě jiných rostlin, popisuje např. Jermoljev a Zadina (1956).

U dřevin bývá výhodné použít tzv. očkování, neboť téměř pravidelně jsou výsledky přenosu patrny již v příští vegetaci. Metoda očkování, záležející v odnětí pupenu spolu s částí kortikálního pletiva a lýka z nemocného stromu a jeho vpravení pod kůru stromu zdravého, je dostatečně známá, právě tak jako četné metody roubování popsané v ovocnářských příručkách. V mnohých případech k přenosu nákazy stačí krátký srůst roubu s podnoží, i když roub dříve nebo později zahyne. Positivních výsledků bylo dosaženo také při implantaci pouhých úlomků pletiv (Blattný a Limberk 1956). Během vegetace je možno použít roubování do rozštěpu v nezdřevnatělých částech, které však předpokládá, že roub nezaschne. U rostlin s dlouhým ohebným stonkem je výhodné použít ablaktace (přikájení), která našla ve virologii hojné uplatnění zvláště při přenosu viros jahodníku (Harris 1932), okurek a rajčat. Tam, kde roub snadno zasychá, je možno místo ablaktace užít tzv. roubování na láhev*). U virů, které se soustřeďují v kořenech, se musí k přenosu choroby použít pouze roubování na kořen.**)

Diagnostické metody založené na přirozeném přenosu viros

Z biologických metod se někdy používá takových postupů, které využívají přirozeného přenosu viru z rostliny na rostlinu jinou nebo její vegetativní potomstvo, přičemž se k vlastnímu testování virosy užívá jiných průkazných diagnostických metod nebo symptomatického hodnocení. V dnešní době mají tyto metody diagnostický význam převážně jen podružný a uplatňují se hlavně při studiu podmínek, za nichž dochází k přenosu nákazy a jejímu epidemickému šíření, nebo při posuzování a zkoušení zdravotního stavu malého množství sadby.

---

*) Tzv. roubování na láhev se provádí podobně jako ablaktace, avšak s tím rozdílem, že ablaktovaná část se odřízne od mateřské rostliny a ponoří se odříznutým koncem do zkumavky nebo láhve s vodou (obr. 213 a 214). S touto metodou, která byla ve virologii s úspěchem použita pro roubování virosních maliníků (Harris 1940), bylo dosaženo velmi dobrých výsledků, neboť příznaky přenesených viros se objevily již za 14 až 20 dní po naroubování, kdežto při normální ablaktaci došlo k projevu přenosu většinou až druhým rokem (Cadman 1951). Použití metody u maliníku ukazuje obr. 215.

**) Např. u virové zakrslosti broskvoně označované jako phony peach, kterou způsobuje *Prunus virus 3* (Hutchins) Smith, při čemž inkubační doba trvá 18 měsíců (cit. podle Köhlera a Klinkowskiho 1954).

Indexační metoda

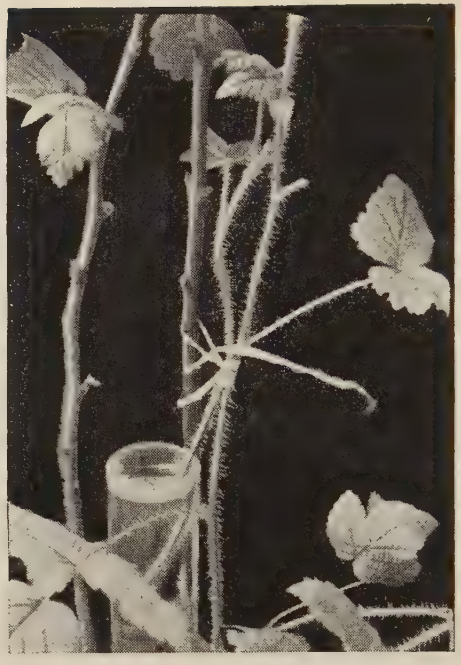
Tzv. indexační metoda zavedená Kotilou (1931) a dále propracovaná Köhlerem (1935) záleží v tom, že se rostliny nebo jejich části rychlí (ve skleníku) a na vytvořených listech se registruje výskyt viru. Slouží hlavně ke zjištění procenta napadení zkoušené partie rostlin (např. Henderson 1930, Richardson a Racicot 1951). Důkaz virového onemocnění se provádí buď na základě pozorování vnějších příznaků na mladých listech nebo mechanickým přenosem šťávy z těchto listů na zdravou testovací rostlinu (většinou na tabák). Při pouhém symptomatickém hodnocení chorobnosti se doporučuje poranit rostlinu dekapitací (Blattný 1955), neboť virové příznaky pak lépe vyniknou. Slouží-li metoda k ozdravění malého množství sadby, vylučujeme ze zkoušeného materiálu mateřské rostliny (hlízy), u jejichž části byl virus zjištěn. Tohoto postupu se užívá hlavně při přezkušování zdravotního stavu klonového materiálu u bramborových hlíz; z každé zkoušené hlízy se vykrajuje jedno dobře klíčící očko z části dužniny a očísluje se stejným číslem jako hlíza. Při vykrajování desinfikujeme nože ve slabém roztoku manganistanu draselného, abychom zabránili eventuálnímu přenosu virů nožem z hlízy na hlízu (viz str. 93). Tato metoda, označovaná též jako očková, vyžaduje mnoho času a klade značné nároky na skleníkový prostor. Konečný rozbor je možno provádět nejdříve za 28 dní po vysázení oček. Závadou této skleníkové metody pro hodnocení zdravotního stavu bramborových hlíz je též to, že její průkaznost závisí na rozdělení viru v bramborové hlíze (některá očka mohou být zdravá, jiná infikovaná), i když k vlastnímu testování chorobnosti se užije metod jinak dokonalých. Proto je výhodnější vysazovat místo jednotlivých oček čtvrtky hlíz. Půda, v níž se zkoušené části rostlin pěstují, musí být chudá na živiny, zvláště na dusík, aby nebyly příznaky maskovány. Určitou výhodou očkové metody je její použitelnost i v zimních měsících s nedostatkem osvětlení, ovšem za předpokladu, že hlízy jsou uměle předklíčeny pomocí speciálních chemikálií (např. ethylenchlorhydrinu) a doplňkově osvětlovány světlem obsahujícím ultrafialové paprsky (Bode 1955).

213. Princip roubování rostlin „na láhev“.
Kreslil Helebrant

Polní tabákový test

O zdravotním stavu některých rostlin v polních podmínkách se můžeme přesvědčit rovněž tzv. polním tabákovým testem. Do kultury (např. brambor) se vysévá tabák, na nějž se přenáší virus přirozenou infekcí (hmyzem, mechanicky, půdou apod.). Zdravotní stav tabáku informuje potom dosti spolehlivě o celkovém onemocnění zkoušené kultury, které může

214. Roubování „na láhev". Roub zapustil ve vodě kořeny.
Orig. Helebrant



215. Použití metody roubování „na láhev" u maliníku.
Orig. Helebrant

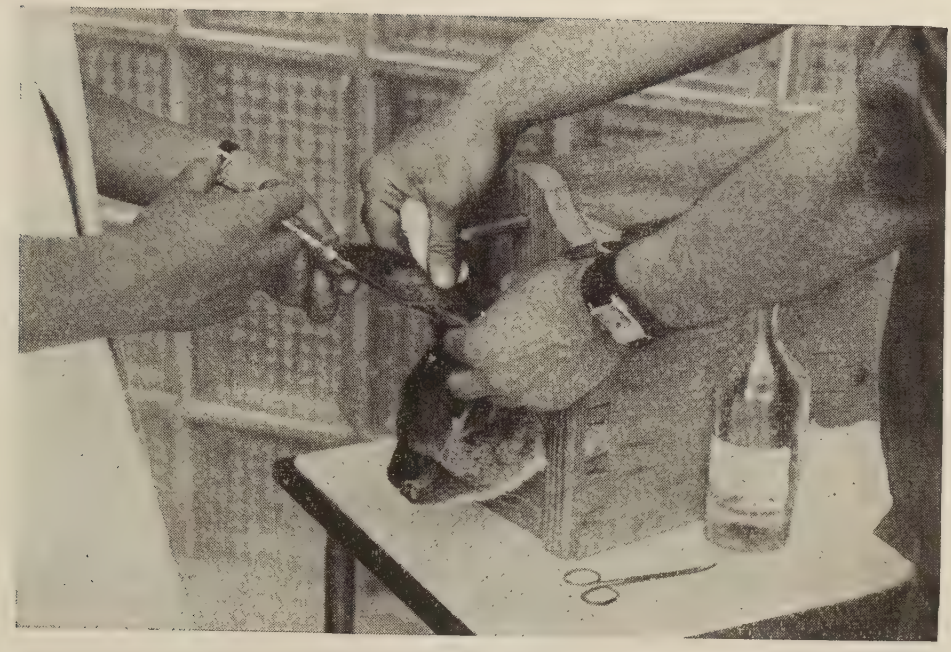
jinak na zkoušených rostlinách probíhat latentně. Tato metoda je zvláště vhodná pro studium podmínek, za nichž dochází k propuknutí symptomů choroby a k jejímu přenosu (Pozděna, Hervert, Blattný 1952).

Klíčková metoda

Na přirozeném přenosu virů vegetativní cestou je také založena metoda určující virové napadení v bramborových hlízách podle zbarvení světelných klíčků, odlišného od typického vybarvení klíčků hlíz nenapadených. Toto testování, které prozkoušeli Martin a Quemener (1956), probíhá nejlépe za teploty 20°C a 90% relativní vlhkosti vzdušné při umístění hlíz v pološeru až do doby, kdy klíčky dosáhnou délky 3—4 cm. Před vlastním hodnocením se hlízy vystavují na 2—3 dny dennímu rozptýlenému světlu, aby se symptomy projevily zřetelněji.

Sérologická diagnostika viros

Sérologické metody užívané ve virologii jsou specifické reakce, které jsou založeny na antigenních vlastnostech některých virů, tj. na jejich schopnosti vytvářet v krvi teplokrevných živočichů protilátky. Tyto protilátky jsou specifické jen pro určitý virus, což znamená, že sérum získané z krve imunisovaných zvířat reaguje in vitro pouze s virem stejného druhu, jako byl virus vpravovaný do těla zvířete, nikoliv s jakýmkoliv jiným



216. Imunisace králíka injekcemi do ušní vény.

Orig. Jermoljev

virem. Chovají se tedy viry jako specifické antigeny*), podobně jako jiné bílkoviny. Sérum získané po imunisaci živočichů určitým virem (antigenem) se označuje jako antisérum příslušného viru („proti příslušnému viru").

Získání a příprava antiséra je proto základním předpokladem pro provedení diagnosy u většiny používaných sérologických metod.

Příprava antisér, jejich konservace a úprava

Princip přípravy antisér

Nejvhodněji se antiséra získávají vstřikováním injekcí čištěných virových preparátů do zvířecího těla. Bezpečnou a výhodnou metodou imunisace zvířat je vstřikování preparátu přímo do cév (intravenosně — obr. 216), neboť tímto způsobem dochází zpravidla k větší a rychlejší tvorbě protilátek než při vpravování injekcí do peritoneální dutiny. Přestože čištěné virové preparáty použité k imunisací zajišťují, že antisérum neobsahuje protilátky vůči normálním složkám rostliny, jejich užití je často nemožné, takže k přípravě antiséra je nutno jako antigenu užít předčištěné infekční rostlinné šťávy. V tomto případě je nezřídka výhodnější

*) Antigen se definuje jako látka druhově cizí živočišnému organismu, která podněcuje tvorbu protilátky, je-li parenterálně vpravena do živočišné tkáně, a která reaguje nějakým pozorovatelným způsobem, je-li smíšena s touto protilátkou. Analogicky může být za protilátku označena taková látka, která se objeví v krevním séru nebo v kapalinách těla zvířete jako reakce na podráždění vyvolané parenterálním (např. injekčním) vpravením antigenu do tkáně.

podávat zvířatům injekce intraperitoneálně, aby se zabránilo nežádoucím reakcím zvířecího těla. Kromě toho musí být před vlastní diagnosou prováděna zkouška, zda získané antisérum nereaguje se šťávou zdravé rostliny (viz str. 586).

Příprava virového antigenu

Na přípravě co možná nejčistšího a nejkoncentrovanějšího antigenu viru k imunisaci zvířete záleží často celý úspěch sérodiagnostiky. Ze surové rostlinné šťávy získané rozdrcením listů (např. na masovém strojku, Herlesově lisu apod.) se musí odstranit jednak všechny hrubé součásti (vylisováním přes plachetku) a chlorofyl a jednak všechny látky, které mohou narušovat průběh, po případě výsledek sérologické reakce nebo působit škodlivě na organismus zvířete užívaného k imunisaci. Jsou to hlavně normální proteiny, které jako normální součásti rostlinného těla jsou i ve šťávě virově onemocnělých rostlin (kromě bílkoviny virové) a potom různé toxiny, hlavně alkaloidy.

K vyčištění šťávy a přípravě co možno nejčistšího a nejkoncentrovanějšího antigenu bývají používány různé metody. Nejlépe jsou jednotlivé postupy propracovány u virů, které se řadí k tzv. mosaikovému typu a jsou poměrně stabilní. Metodika těchto postupů je u virů stabilních poměrně jednoduchá. Pfankuch a Kausche (1938) odstraňují nejdříve chlorofyl protřepáním šťávy s chloroformem, kterým se extrahují z rostlinné šťávy rovněž lipoidy a zároveň denaturují labilní proteiny, adsorbované na povrchu.

Po vylisování šťávy se vytlačená šťáva smíchá s dvojnásobným objemovým množstvím vody, přidá se $^1/_7$ objemu chloroformu, kterým se vytřepává v dělicí třepačce chlorofyl. Asi po 20 minutách se šťáva oddělí od chloroformu a odstřeďuje (10 minut při 3000 obr./min.), aby se zbavila zbytku chloroplastů. Asi po 15hodinovém uchování šťávy v ledničce při +0,5 až 1° C (nejlépe přes noc) se centrifugace opakuje. Dekantovaná šťáva se dále zpracovává.

Ve šťávě zbavené chlorofylu se vysrážejí vysokomolekulární virové bílkoviny síranem amonným a virus se rozpouští ve fysiologickém roztoku, aby mohl sloužit k imunisaci.

Ke šťávě se přidává takové množství síranu amonného, aby roztok byl nasycen asi do ⅓, tj. asi 280—300 g práškového síranu na 1 litr tekutiny, s níž pracujeme. Po rozpuštění síranu (asi po 20—30 minutách) se roztok odstředí a čirá tekutina se slije. K dalšímu zpracování se užívá sedimentu, v němž je vysrážen virus, který se rozpustí buď ve fysiologickém roztoku (0,85% roztok NaCl) nebo ve fosfátovém pufru s pH 7. Srážení síranem amonným se obvykle opakuje, načež konečně získaný sediment se rozpouští ve fysiologickém roztoku v množství 5 až 10krát menším, než bylo množství původní šťávy.

Před imunisací se získaný roztok čistí — zbavuje přebytečného síranu amonného, který by působil škodlivě na pokusné zvíře.

Síran se oddělí dialysou, a to buď proti fysiologickému roztoku (aspoň jedenkrát vyměňovanému) nebo proti tekoucí vodě (větší spád). Po skončení dialysy, kterou je nejlépe provést přes noc (10—15 hodin), se roztok krátce centrifuguje při malé rychlosti.

Dunin a Popovová (1937) připravují čistý antigen vysrážením normální bílkoviny ze šťávy téhož rostlinného druhu, takže v ní zbudou jen bílkoviny virové. Tohoto vysrážení normálních bílkovin se dosáhne nejlépe jejich specifickým antisérem, které bylo připraveno imunisací králíků přečištěnou sterilní šťávou ze zdravých rostlin.

Po vylisování šťávy zdravých listů přes čistou plachetku se odstřeďuje šťáva 10 minut při 3000 obr./min., aby byly vyloučeny útržky pletiv a škrobová zrna. Zbytek škrobových zrn je zachycen filtrací*) přes K vložku Seitzova filtru. Chlorofyl a bakterie se odstraňují filtrací přes EK vložku Seitzova filtru**) do sterilované Erlenmayerovy baňky, čímž se získá sterilní šťáva, kterou se imunisuje králík (postup na str. 584). Sérum získané po vykrvácení zvířete (tzv. sérum Z — Jermoljev, Hruška 1947) se použije k vysrážení normálních bílkovin. Postup je takový, že ke šťávě virosních rostlin přečištěné obdobným způsobem (tj. přes K a EK vložku Seitzova filtru) se přidává získané sérum Z v poměru 1:1,5. Tato směs se po promíchání umístí na 2 hodiny do termostatu vyhřátého na 37° C. Potom se nechá směs stát přes noc při pokojové teplotě, čímž je dána možnost úplné precipitace. Ráno se směs odstřeďuje 10 minut při 3500 obr./min.; ve sraženině zůstává „zdravá" bílkovina a centrifugát se filtruje přes EK vložku Seitzova filtru do sterilní Erlenmayerovy baňky. Konečně se zkouší, zda se ve šťávě úplně vysrážely normální bílkoviny; získaná šťáva nesmí reagovat s antisérem normální bílkoviny. Jermoljev a Hruška (1947) provádějí zkoušku tak, že po odstředění odpipetují na podložní mikroskopické sklíčko 1 kapku získané šťávy a vedle ní přikápnou čirou kapku šťávy ze zdravé rostliny. Po přidání antiséra normální bílkoviny (tzv. séra Z) do obou kapek nastává po krátké době v kapce se šťávou ze zdravé rostliny pozorovatelné srážení protilátky (obsažené v antiséru) s jejím antigenem (normální bílkovinou), kdežto v kapce získané metodou Dunina a Popovové reakce nastat nemá, neboť ve šťávě již mají být vysráženy všechny normální bílkoviny. Dojde-li ke srážení, pak se přidává k získané šťávě tolik séra Z, až sraženina nevzniká.

Kromě těchto dvou popsaných metod získávání virového antigenu, které se často používají jako základní, bylo použito k čištění antigenů i různých jiných způsobů.

Gerasimovová (Ryžkov 1939) používá metody dvojího vysrážení, záležející v tom, že určitý virus se vysráží ze šťávy nemocné rostliny specifickým antisérem tohoto viru dříve připraveným. (Ve šťávě nemocné rostliny jsou odstraněny normální bílkoviny podobnou metodou, jaké užívá Dunin a Popovová; zbylý antigen viru obsažený v centrifugátu je vysrážen příslušným antisérem.) Někteří autoři používají k čištění antigenu různých adsorbentů, jako kaolinu, gelu hydroxydu hliníku (Goret 1946), ultracentrifugace (při 33 000 obr./min.), kombinované s užitím adsorbentů, po případě zmrazením šťávy s následným roztáním a centrifugací (Chester 1935). Jiní badatelé používají k vysrážení virových bílkovin v rostlinné šťávě místo síranu amonného 5% kyseliny trichloroctové, která se přikapává za současného měření potenciometrem až do určité hodnoty pH, lišící se u jednotlivých virů (Maj 1956). Tak např. pro X virus bramborový [*Solanum virus 1* (Orton) Smith] je vhodné pH 4, pro virus řepné žloutenky [*Beta virus 4* (Rol., Quanj.) Smith] pH 4,5 (Jermoljev, ústní sdělení).

Kdežto u poměrně stabilních virů a zejména těch, které se řadí do skupiny tzv. mosaik, je příprava antigenů poměrně jednoduchá, u virů labilních, zvláště těch, které jsou přenášeny hmyzem a jsou mecha-

*) O používání různých druhů filtrů a filtrační technice virologické pojednává Bystrický (1954).

**) Seitzovy filtry s originální asbestovou vložkou EK bývají často nevhodné pro filtrování antigenů, neboť mohou v některých případech zadržovat virus ať již vlivem elektrostatických sil nebo z jiných příčin. Výhodnější je použít jenských skleněných filtrů (fy Schott) G5 (např. Bystrický 1954, Pozděna 1956 aj.).

nicky nepřenosné, je nutno užít mnohem komplikovanějších technických postupů a aparatur, např. Black a Brakke (1954), Wolcyrz a Black (1956). Hlavní zásady platné pro přípravu antigenů u těchto virů, kryjící se většinou s purifikačními metodami vypracovanými pro labilní viry (viz str. 612, jsou: rychlá práce při teplotách blízkých 0^0 C, používání frakcionované centrifugace, práce se zředěnými ústoji, aby nedocházelo snadno k denaturaci viru, použití zcela vyčištěných antigenů bez příměsí neantigenních látek a ihibitorů sérologické aktivity aj.*) V poslední době bylo k purifikaci a získání čistých antigenů některých žloutenkových virů a Blackova wound-tumor viru použito principu gradietní centrifugace a gradietní elektroforesy viz str. 613).

Imunisace zvířat

Injekce antigenu se podávají zvířatům, nejčastěji králíkům, méně často morčatům, křečkům, slepicím a koním (van Slogteren E. 1952)**) v malých dávkách vždy po určitých intervalech. Celkový počet injekcí antigenu a jejich objem nutný k vyvolání dostatečného množství protilátek je různý u různých virů a závisí na stálosti a koncentraci těchto virů v rostlinných extraktech. Rozdělení antigenu na jednotlivé dávky, stoupající stejnoměrně nebo progresivně, jakož i stanovení intervalu mezi dávkami je do značné míry také otázkou zvolené techniky a zkušeností. U různých autorů se proto setkáváme s různými návody i při přípravě stejného antiséra. Jako příklad imunisace je uveden postup, kterého užívá Jermoljev a Zadina (1956) pro přípravu antiséra X viru bramborového [*Solanum virus 1* (Orton) Smith]. Nárazové dávky antigenu jsou při imunisaci rozděleny do dvou až tří dnů a přerušovány odpočinkem (tab. 18).

Pro imunisaci se musí používat vždy jen aktivního antigenu. Proto nestálé antigeny musí být během celého postupu připraveny několikrát čerstvé (např. u bramborového X viru 3×). Tuto nevýhodu odstraňuje lyofilisace (viz str. 619) antigenů, doporučená Jermoljevem a Průšou (1955), takže pro celou imunisaci stačí připravit antigen jen jednou. Nehledě ke zkrácení a zlevnění výroby diagnostických sér, má použití lyofilisovaných antigenů také tu velkou přednost, že při přípravě antiséra není nutno čekat na vhodnou roční dobu, kdy je dostatek čerstvého materiálu pro získání potřebného antigenu. Lyofilisovaného antigenu se k imunisaci používá tak, že se rozpouští v destilované vodě, filtruje přes vatu a ředí stejným dílem fysiologického roztoku. Pro bramborový virus Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] pro imunisaci nejlépe vyhovuje ředění antigenu v poměru 1 : 20 (Jermoljev, Průša 1955).

V poslední době bylo u některých virů s výhodou použito při imunisaci zvířat adjuvancií (Salk a Laurentová 1952), a to hlavně proto, aby se v krvi zvířat vytvořilo pokud možno největší množství protilátek. Králikům bývají v tomto případě podávány nejen injekce solných suspensí viru (ve fysiologickém nebo ústojném roztoku), ale i emulse viru s minerálním olejem (adjuvance). Kdežto virové suspense se indikují nejvýhod-

*) Pozn.: O odstraňování inhibidorů z infekční šťávy viz např. Pozděna, Čech a Blattný 1956.

**) U některých labilních virů, u nichž docházelo v těle imunisovaného zvířete k denaturaci viru, bylo použito k imunisaci též studenokrevných živočichů.

Dávkování antigenu při imunisaci králíka virem X z brambor
(Podle Jermoljeva a Zadiny)

Tabulka 18

Den	Množství antigenu v ml	
	denní dávka	celková dávka pro období
1 2 3	1,— 1,5 2,—	4,5
	2 dny odpočinku	
6 7	2,5 3,—	5,5
	1 den odpočinku	
9 10	3,5 4,—	7,5

něji intravenosními injekcemi, emulgovaný antigen v minerálním oleji může být zvířeti injikován jedině do svalu (intramuskulárně — nejlépe do svalu stehenního). Použití adjuvancií znemožňuje rychlý rozklad indikované látky v těle a prodlužuje působení antigenu v krvi na vznik protilátek. Aby se zjistilo, zda titr antiséra získávaného imunisací odpovídá stanovené výši, odebírá se krev zvířeti kardiální punkcí ještě během imunisace. Těchto postupů bylo v rostlinné virologii užito při sérologických studiích viru proužkovité mosaiky ječmene (*barley stripe mosaic virus*) a viru mosaiky sveřepu (*brome mosaic virus*) — Moorheadová, 1956.

Získání antiséra a jeho konservace

Po poslední injekci zvířata obvykle několik dní odpočívají, načež se po jednodenním hladovění (abychom získali čisté sérum) vykrvácejí. Krev se chytá do sterilní Erlenmayerovy baňky, která se dá na 2 hodiny do termostatu vyhřátého na 37° C, aby se vytvořil krevní koláč. Potom se krev nechá přes noc při +4 až 6° C v ledničce, aby krvinky klesly ke dnu a sérum se vyčistilo. Po slití se sérum vyčistí ještě centrifugací (10 minut při 3500 obr./min.), filtruje se přes EK vložku a sterilně se plní do ampulek, které se zatavují.

Antisérum různých virů se většinou připravuje do zásoby, aby se mohlo podle potřeby použít pro diagnosu. Proto musí být konservováno, není-li připraveno naprosto asepticky.

Z nejrůznějších způsobů chemické konservace se zvláště uplatňuje Kochův roztok se septisanem (5,5 g fenolu, 20 g glycerinu a 0,1 g septisanu doplněno na 100 ml destilovanou vodou), jehož jeden díl se přidává na 9 dílů séra (Jermoljev, Hruška 1947). V poslední době se místo konservace antisér uplatňuje jejich mrazová sublimace (lyofylisace — viz str. 619), již dříve užívaná v mikrobiologii, při níž je organický materiál vysušen v hlubokém vakuu při teplotě pohybující se kolem −30° C, kdy

nedochází k denaturaci bílkovin. Vysoušená šťáva v podobě hygroskopického prášku se uchovává v zaparafinovaných prachovničkách nebo zatavených ampulkách při +1 až 3° C.

Použitelnost zhotoveného antiséra k testům je omezena dobou jeho aktivní působnosti, která je závislá na množství protilátky v antiséru a na typu viru. Antiséra proti virům s kulovitými částicemi ztrácejí schopnost precipitace rychleji než antiséra s protáhlými partikulemi. Podobně antiséra s malým obsahem protilátek jsou inaktivována dříve než séra s původně vysokým obsahem protilátek (Bawden 1950). Vysušená antiséra podržují aktivní vlastnosti déle než tekutá, chemicky konservovaná.

Technika injekcí, vykrvácení pokusného zvířete a konservace získaného antiséra je podrobně uvedena ve speciálních pracích nebo příručkách pojednávajících o využití sérologických metod v bramborářství (např. Jermoljev a Hruška 1947, Jermoljev a Zadina 1956).

Úprava antiséra před diagnosou

Viry mají obvykle větší antigenní schopnost než normální rostlinné složky, což je dáno mimo jiné složitostí, velikostí a strukturou jejich molekul. Jestliže se však připravují antiséra z antigenů získaných jen přečištěním nebo částečným přečištěním šťávy z virově onemocnělé rostliny, musí být taková antiséra testována na extrakty ze zdravých rostlin, aby se zjistilo, zda s nimi nereagují. Je-li tomu tak, musí se odstranit protilátky proti normálním rostlinným složkám, nejlépe vysycením antiséra zdravou rostlinnou šťávou. Sérum se smísí s dvojnásobným až pětinásobným objemem šťávy, nechá se přes noc stát a pak se sraženina odstraní zředěním. Horní vrstva tekutiny se zkouší opět proti normální rostlinné šťávě a vysycení se opakuje, dokud antisérum nepřestane reagovat na šťávu zdravé rostliny (Bawden 1950).

Protilátky proti normálním rostlinným složkám mohou být odstraněny též na základě různé stability virových a zdravých bílkovin v kyselém nebo alkalickém prostředí. Tak např. Pozděna (1957) při svých pokusech s virosou smrku odděluje zdravou bílkovinu od bílkoviny virové tím, že pH šťávy převede na reakci alkalickou (na pH 8,2), načež ponechá šťávu 12 hodin stát („stárnout") při teplotě 3° C. Po této době se ve šťávě samovolně vysrážejí zdravé bílkoviny, které se od virových (obsažených v supernatantu) oddělí centrifugací.

Dodatečná úprava antiséra se nemusí provádět, jestliže se antiséra získávají z antigenů připravených metodou Dunina a Popovové, neboť neobsahují protilátky proti normálním rostlinným složkám (viz str. 583).

Před provedením vlastní diagnosy se obvykle určuje titr diagnostického séra, který je závislý na způsobu imunisace a na individualitě pokusného imunisovaného zvířete. Stanovení se provádí tak, že antisérum se zřeďuje tak dlouho, dokud dává s antigenem zřetelnou precipitaci.

Provedení diagnosy a přehled diagnostických metod

Diagnosa záleží v dosažení takové reakce, kterou by bylo možno viditelně zjistit výsledek vazby mezi antigenem a jeho specifickou protilátkou, přítomnou v antiséru. Antigen se smísí s antisérem in vitro a pozoruje se

jejich vzájemná reakce. Nejvýznamnější reakce vzájemné vazby antigenu s protilátkou, podle nichž se také rozlišují jednotlivé sérologické metody, jsou tyto:

1. Přímé vytváření pozorovatelné reakce in vitro při dostatečném množství antigenu (respektive vhodném poměru množství antigenu a antiséra při jejich smíšení). Reakce se projevuje podle způsobu vazby buď a) precipitací (vzájemným srážením látek), b) aglutinací (oddělením vločkovitého aglutinátu ze suspense a jejím následným čeřením) a c) konglutinací (vznikem zákalu po přidání konglutininu, tj. čerstvého séra hovězího dobytka).

2. Současná adsorpce komplementu na komplex „antigen + jeho protilátka" a vliv této vazby na zabránění hemolysy červených krvinek jejich specifickým antisérem — metoda reakce vazby komplementu.

3. Ztráta (neutralisace) infekčnosti po spojení infekčního antigenu (viru) s jeho antisérem — metoda neutralisace infekčnosti.

4. Vznik změn v živočišných tkáních — metoda anafylaxe.

Precipitační sérologické metody

Precipitační metoda je nejužívanější ze všech sérologických metod a z těch, které jsou založeny na přímém vytváření pozorovatelných reakcí in vitro, nachází daleko největší uplatnění.

Podstata a technika precipitačních metod. Precipitace jako výsledek vazby mezi rozpustnými antigeny a jejich protilátkami nastává, když se tyto složky smísí ve vhodném poměru za přítomnosti elektrolytu. Vlastní provedení diagnosy je tedy velmi jednoduché a poměrně velmi rychlé a záleží ve smíchání malého množství šťávy z nemocné rostliny s příslušným antisérem, které u precipitační metody slouží přímo jako sérum diagnostické. Jestliže zkoušená rostlina je infikována virem, proti němuž jsou v diagnostickém séru obsaženy protilátky, vznikne flokulace (obr. 217 a 218). Je-li zkoušená rostlina zdravá nebo onemocněla-li jiným typem choroby nebo jiným virem, reakce nenastane.

Stupeň srážení se zvýší zákroky, které zvyšují množství vzájemných střetnutí antigenu a antiséra, na příklad zvýšením koncentrace antigenu a antiséra, zahřátím nebo stálým mícháním, po případě třepáním. K optimální precipitaci dochází při určitém poměru antigenu a protilátky, takže velký přebytek jednoho nebo druhého, zvláště velký přebytek antigenu, může precipitaci zabránit docela. Vhodný poměr těchto složek se stanoví tak, že se koncentrace jednoho (zpravidla antiséra) zachovává ve všech zkoušených případech stejná (např. ve zkumavkách), kdežto koncentrace druhého (antigenu) je v jednotlivých variantách různá.

Pro techniku testování byly stanoveny četné metody založené na makroskopickém nebo mikroskopickém pozorování precipitátu, vzniklého vazbou antigenu (tzv. precipitinogenu) na protilátku (precipitin) obsaženou v antiséru.

Kapilární metoda

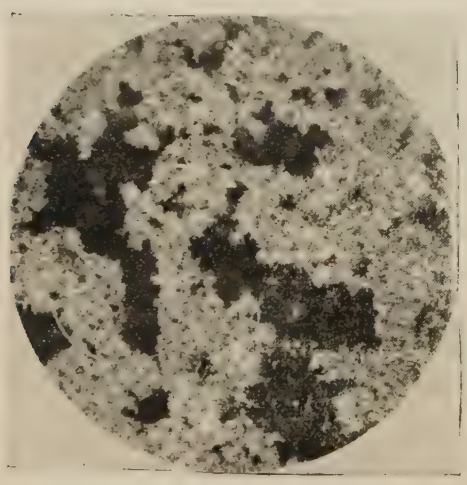
Do skleněných kapilár se opatrně nalévá na sebe po 0,05 mm^3 antiséra a antigenu vyčištěného centrifugací a filtrací. Na styčné ploše se pozoruje precipitace.

Kapkové metody precipitační

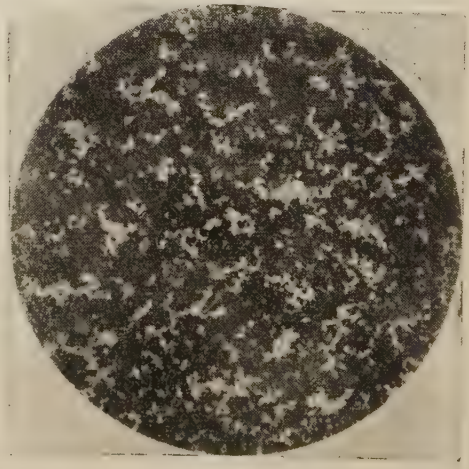
Kapková metoda Dunina a Popovové (1937). Na podložní sklíčko se přes gázu vytlačí kapka šťávy, ke které se přidají 1 až 2 kapky antiséra. Po zamíchání skleněnou tyčinkou se pozoruje precipitace. Metoda je dosti hrubá, neboť v silně zakalené šťávě se precipitace pozoruje jen velmi obtížně.

Kapková mikroprecipitační metoda Jermoljeva a Hrušky (1939) je značně citlivější než předešlá. Šťáva z nemocné rostliny se zřeďuje fysiologickým roztokem (jako elektrolytem, který podporuje precipitaci) a přečišťuje krátkým odstředěním (při 3000 obr./min.). Při diagnose se nanese na podložní sklíčko kapka zkoušené šťávy, k níž se přidá kapka antiséra, a zamíchá skleněnou tyčinkou. Precipitace se nejlépe pozoruje v temném poli mikroskopu při slabém zvětšení, a to po dvacetiminutovém umístění sklíčka v termostatu při teplotě $+27^{0}$ C. Jasnějšího obrazu se dosáhne, přidá-li se k preparátu kapka vodního roztoku auraminu I ve zředění 1 : 100 (Jermoljev 1952). U některých virů je možno pozorovat precipitaci pouhým okem, po případě binokulární lupou na denním světle. Pak je vhodné zbarvit preparát kapkou slabého roztoku (1:200) methylzeleně ve vodě (Jermoljev 1952). Určitou nevýhodou této metody, jakož i ostatních kapkových metod, je poměrně rychlé vysychání kapky na podložním sklíčku. Tento nedostatek odstraňují metody zkumavkové a z kapkových metod pak postup navržený van Slogterenem D. (1954a).

Tato metoda, označovaná jako úsporná mikroprecipitační metoda Slogterenova, záleží v tom, že k diagnostice se užívá jen zcela nepatrného množství séra a zkoušené šťávy, přičemž se jejich výparu ještě před posouzením průběhu reakce zabraňuje převrstvením kapky parafinovým olejem. Stejného účinku se dosáhne, uloží-li během reakce sklíčka s kapkami do vlhkého prostředí v exsikátoru (Jermoljev, ústní sdělení).



217. Sérologická reakce mikroprecipitační při silném množství viru. Orig. Jermoljev



218. Sérologická mikroprecipitační reakce při středním množství viru ve zkoušené šťávě. Orig. Jermoljev

Zkumavkové metody precipitační

Zkumavková metoda Dunina a Popovové se provádí tak, že do sérologických zkumavek (7—8 × 70—80 mm) se nalije 0,2 až 0,3 ml diagnostického séra a stejné množství roztoku zkoušené šťávy z nemocné rostliny. Po důkladném smíšení protřepáním se směs ponechá v klidu, a to 2 hodiny při 37° C a potom 18—20 hodin při 4 až 5° C. Výsledky reakce se kontrolují po 2 a po 18 hodinách a klasifikují se pětistupňovou stupnicí.

Jermoljev (1952) ředí zkoušenou šťávu fysiologickým roztokem v poměru 1 : 2 a odstřeďuje ji, po případě vyčistí chloroformem. Diagnostické sérum a sérum normální ředí v poměru 1:4. Do dvou sérologických zkumavek odpipetuje po 1 ccm zkoušené šťávy, do jedné z nich přidává sérum diagnostické (sérum D), do druhé normální (sérum Z). Po protřepání zkumavek se směs ponechá 1 hodinu při pokojové teplotě. Potom se obsah zkumavek krátce odstředí a zjišťuje se výška sloupce sedimentu. Po 2 hodinách se provádí konečné odečtení, přičemž rozdíl jednotlivých sloupců sraženiny ve zkoušených zkumavkách odpovídá přibližně množství viru.

Zkumavková reakce podle Bawdena (1950) má výhodu, že průběh flokulace se může pozorovat souvisle (bez přerušení při míchání reagujících látek). Do silnostěnných zkumavek průměru 7 mm se nalévá 1 mml zkoušeného antigenu a 1 mml diagnostického séra, ředěného fysiologickým roztokem. Zkumavky se protřepou a ihned se položí do vodní lázně s teplotou 50° C tak, aby sloupce tekutiny byly do poloviny ponořeny do vody, takže vzestupné proudění tekutinu stále promíchává. Vodní lázeň má skleněnou přední stěnu a zezadu se osvětluje pruhem světla. Touto metodou je možno za konstantních podmínek stanovit mezní hodnoty precipitace.

Lístková (papírková) metoda precipitační

Lístková metoda podle Stappa a jeho spolupracovníků (Stapp a Marcus 1944; Stapp a Bercks 1948/49) záleží v tom, že se antisérum dá vyschnout na malé lístky filtračního papíru (4 × 4 mm), které se pak užívají místo antisér tekutých.

Diagnosa se provádí na mikroskopickém sklíčku, na něž se položí jeden lístek s diagnostickým a jeden lístek s normálním sérem, které se ovlhčí kapkou fysiologického roztoku. Potom se pipetou na oba lístky přidá po kapce zkoušené rostlinné šťávy, přečištěné centrifugací, a pozoruje se precipitace. Zaschlá séra zůstávají na papírcích aktivní po několik měsíců. Dobrá antiséra, byla-li přikápnuta na filtrační papír o ploše 12 cm^2 v množství větším než 0,2 ml, si podržují aktivitu více než 4 roky (Bercks 1956). Intensita reakce a uchovatelnost antiséra se zvyšuje, jestliže se antisérum suší s přídavkem 3—6% roztoku některého cukru (nejlépe fruktosy, dextrosy, laktosy nebo maltosy). Papírky se zaschlými séry snesou často i uložení za pokojové teploty, musí však být vždy uchovávány v atmosféře prosté vlhka (v exsikátoru). Metoda je velmi rychlá a má značnou výhodu též v tom, že papírky mohou být snadno expedovány pro jednotlivé zájemce. Papírková metoda se uplatňuje zvláště tam, kde pro malé množství získaného viru ze zkoušené rostliny se ostatní běžné precipitační metody nehodí. Proto Stapp a Bartels (1950) použili této metody k sérologickému důkazu X viru v bramborových klíčcích vyrostlých ve tmě. K získání šťávy se mají brát jak klíčky z korunkové, tak i pupkové části

hlízy. Pokud jsou zkoušené klíčky delší než 10 cm, může se k získání šťávy použít pouze její spodní části, neboť sérologicky upotřebitelné množství viru je nahromaděno pouze na basi klíčku. Zkouška se hodí k posuzování zdravotního stavu bramborové sadby již v podzimních měsících bezprostředně po sklizni, jestliže ovšem klidové stadium hlíz bylo uměle porušeno, např. Rinditem (Stapp a Bartels 1951, 1952). Papírková metoda byla dále prozkoušena i pro testování viru u brambor ve světelných klíčcích, které proti klíčkům vyrostlým za tmy mají mnohem méně šťávy (Bartels 1955).

Metody precipitace v agaru

Tyto metody, převzaté z humánní sérologie a označované jako metody difuse gelu (gel-diffusion methods), propracoval Björklund (1952a, 1952b), Ouchterlony (1949) aj. Jsou založeny na tvorbě zvláštních reakčních obrazců z precipitátu, které se tvoří v agaru (anebo v želatinovém gelu), jestliže v něm byly rozptýleny antigeny a jim odpovídající protilátky.

Björklundovu techniku převzal van Slogteren D. (1954b), který jí použil s úspěchem pro testování některých virů (viru mosaiky tabáku — *Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith, jednoho kmene tabákové nekrosy, viru vojtěškové mosaiky — *Medicago virus 1* (Weimer) Smith, různých kmenů *Cucumis viru 1* (Doolittle) Smith odvozených od *Chrysanthemum* a virového komplexu u hvozdíkových — carnation virus-complex).*)

Do agaru v Petriho miskách (připraveného podle Björklunda — do agarového media se přidává odděleně NaCl, merthiolát s methyloranží a pufrové soli k úpravě pH) se udělá zvláštní matricí (viz obr. 219) pět čtvercových jamek, do nichž se odpipetují jednotlivé složky nutné pro průběh a kontrolu reakce (do dvou vnějších jamek šťáva ze zkoušené rostliny, do centrální jamky diagnostické sérum a do dvou zbývajících vnějších jamek šťáva ze zdravé rostliny). Jestliže jsou suspense obsahující virus (anebo purifikované suspense viru) pipetovány do vnější jamky a odpovídající antisérum do jamky středové, vytvářejí se uvnitř agaru v časovém rozpětí 2—6 dnů reakční zóny a typické obrazce specifické pro určitý virus (viz obr. 220). Ke zkoušeným suspensím antigenů a antisér se doporučuje přidat bakteriostatickou substanci (merthiolát). Pro přesvědčivost důkazu je vhodné reakci opakovat na více miskách.

Použitelnost precipitačních metod

Precipitačních metod se dá užít jen u jasných, v teplu stálých roztoků antigenů, což platí zvláště u metody Bawdenovy, používající pro zvýšení precipitace a zlepšení její pozorovatelnosti teplé vodní lázně. Leč i použití ostatních metod je omezeno, neboť šťáva z mnohých rostlin (zdravých i virosních) vytváří i po vyčištění centrifugací nebo filtrací spontánní sraženiny, když stála po určitou dobu při pokojové teplotě. U diagnosy, při níž se jako testovacího antigenu užívá vyčištěné šťávy, se musí užít přísné soustavy kontrol, v nichž se šťáva mísí s normálním sérem a solným roztokem, aby se rozlišily specifické a spontánní sraženiny. Tuto nesnáz je možno aspoň částečně odstranit zákroky ničícími ve šťávě nestálé složky.

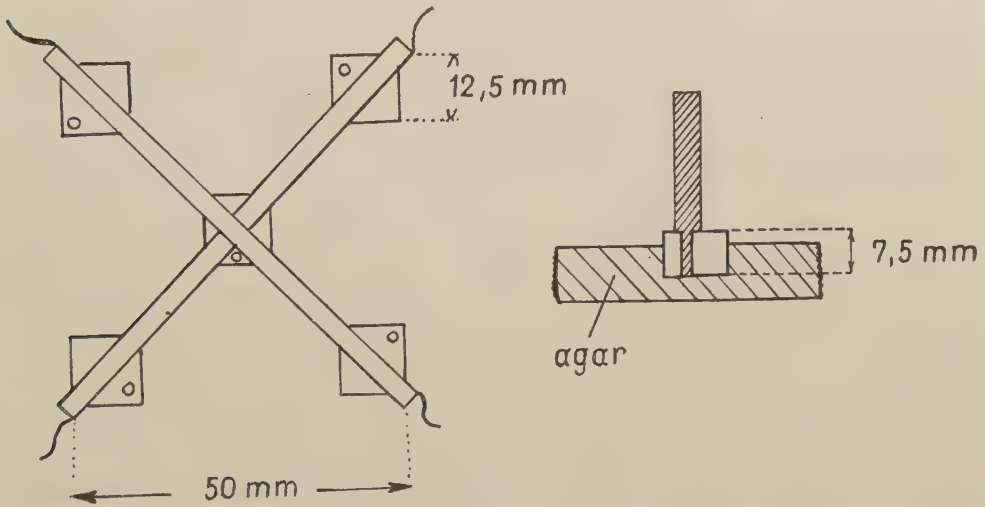
*) U viru mosaiky tabáku použil metody precipitace v agaru také Kleczkowski (1957).

Je-li virus stálý i při zahřátí, je možno zahřát šťávu na několik minut asi na teplotu 60° C, kdy se oddělí hustá zelená sraženina, kterou lze snadno odstranit filtrováním nebo odstředěním. Je-li virus při zahřátí labilní, stálost čištěné šťávy je možno zvýšit zmrazením, poněvadž velká část nestálých složek se tak stane nerozpustnou. Šťáva může být vyčištěna rovněž přidáním Na_2HPO_4 a odstředěním, přičemž může být virus vysrážen z horní vrstvy tekutiny síranem amonným a znovu rozpuštěn ve vodě. Neprovádějí-li se precipitační testy za příliš vysokých teplot, antigeny připravené tímto způsobem jsou dostatečně prosté spontánních sraženin a mohou dávat věrohodné výsledky.

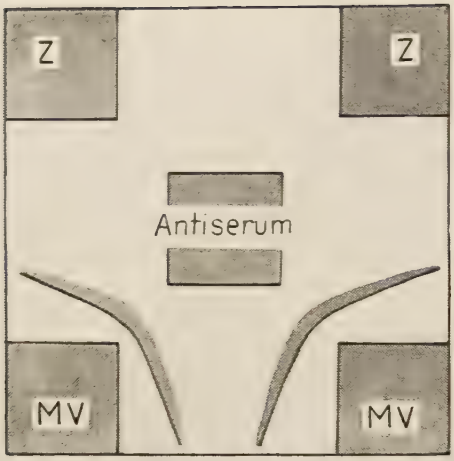
Aglutiňační sérologické metody

Aglutinační metody se liší od metod precipitačních jen kvalitativně, a to různým stupněm dispersity antigenem vysrážené protilátky, což je dáno hlavně různou velikostí vytvořených částeček a tím i nestejnou rychlostí jejich sedimentace v jednotlivých případech. Při precipitační reakci dochází ke srážení dvou koloidně rozpustných složek (antigenu a antiséra), které poměrně dlouhou dobu setrvávají v dispersním stavu, kdežto při aglutinaci dochází záhy k čeření suspense, neboť virus vyvločkovaný protilátkou (tzv. aglutinát) je strhován plastidy a ostatními látkami suspendovanými v nepřečištěné rostlinné šťávě poměrně rychle ke dnu. Aglutinační metoda je proto vhodná zvláště v těch případech, kdy je nutno k přípravě antiséra použít nepřečištěné surové šťávy vzhledem k možnému snížení obsahu virů pod nutné minimum při jejím čištění. Jinou výhodou aglutinační metody je její použitelnost k polním testům, neboť při užití vhodného nástroje k rozmačkání pletiv a vymačkání malých objemů šťávy lze tímto postupem vyzkoušet v krátké době velké množství rostlin.

Podle Chestera (1937) se k polním testům užívá surové šťávy vymačkané přes plátno. Smíšením 0,5 ml zkoušené šťávy se stejným objemem



219. Matrice pro přípravu jamek do agaru používaná při metodách precipitace v agaru. Podle van Slogterena D. 1954



220. Sérologické testování viru vojtěškové mosaiky metodou precipitace v agaru.
Podle van Slogterena D. 1954

vhodně zředěného antiséra ve Wassermannových trubicích je možno při positivní reakci již po 15—20 minutách pozorovat klesání aglutinátu ke dnu a po jedné hodině pak většinou již úplné vyčeření v horní části rourky. U kontrolní trubice za tuto dobu naopak nedochází k sedimentaci dispergovaných částic v rostlinné šťávě a šťáva zůstává zakalena.

Podle modifikace této metody podle Stappa a Berckse (1940) se k diagnose používá šťávy přečištěné a průběh aglutinace se učiní zřetelným tak, že se ke směsi zkoušené šťávy s antisérem přidává ještě nějaká dispersní fáze (např. vyprané jehněčí krvinky*) nebo chlorofylová substance).

Van Slogteren E. (1943), který použil k aglutinačním testům metodu kapkovou, míchá šťávu s antisérem na mikroskopickém sklíčku. Při této metodě, použité pro bramborové viry X [*Solanum virus 1* (Orton) Smith], Y [*Solanum virus 2* (Orton) Smith] a S (*Solanum virus S* van Slogteren) a pro virus mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] se smíchá 4—5 kapek zředěného antiséra s 1—2 kapkami surové šťávy infikovaného bramboru nebo tabáku (van Slogteren E., 1952). Tato jednoduchá metoda je založena na shlukování chloroplastů, když se šťáva infikovaných rostlin smíchá s odpovídajícím antisérem.

Van Slogteren D. (1954 a) přeměnil tuto jednoduchou metodu na mikroaglutinační tím, že drobné kapičky testované šťávy s antisérem překrýval parafinovým olejem, aby nevyschly. Dobrých výsledků bylo dosaženo s bramborovým virem X a virem S. Výhodou této metody je, že není třeba používat ani centrifugy, ani zvláštního inkubátoru. Reakce může být pozorována pod mikroskopem jak v zástinu (při temném poli), tak i při normálním světle. Metody se s výhodou používá, jestliže příprava obdobného testu precipitačního je příliš zdlouhavá. Reakce je velmi rychlá, nastává již během 5 minut; drobné vyšetřované kapičky se pipetují sériově mikropipetou na hydrofobní průhlednou fólii (polyvinilovou), která je umístěna v Petriho misce (∅ asi 10 cm) a je rozdělena kolmými přímkami na četná drobná políčka. U jednotlivých řad je pak možno použít rozličných sérií zředění antiséra nebo antigenu.

Kolodiová metoda aglutinační je založena na principu, že částečky kolodia, povlečené pláštěm bílkovin, se chovají jako bílkoviny.

*) Morheadová a Price (1953) přidávají 2/10 ml čerstvě připravené 1% suspense omytých červených krvinek v pufrovací soli do 1/10 ml každého ředění antigenu a antiséra; roztoky po smíchání nechávají 3 hodiny při 5° C a potom zkoušejí jejich vzájemnou reakci. Metodu možno použít ke kvantitativním testům (viz str. 616).

K reakci se používá roztoku virového antigenu, smíchaného v předem vytitrovaném poměru s drobnými částicemi kolodia, které se připraví speciálním propíráním kolodia, jeho vysušováním a rozmělněním. Velikost většiny částeček se musí pohybovat mezi 4—5 mμ. Vlastní diagnostická reakce se provádí ve zkumavkách, v kterých probíhá aglutinace po smíchání antiséra s antigenem ulpělým na koloidových částicích. Reakce je velmi citlivá, jestliže je pečlivě připravena (Cavelti 1947, Wagner et al. 1952).

Reakce vazby komplementu*)

Reakce vazby komplementu je velmi citlivá speciální reakce, které se může s úspěchem použít k důkazu vazby viru s jeho protilátkou u extraktů, v nichž je příliš málo viru, než aby byla viditelná precipitace. Reakce je založena na principu Bordetově-Gengouově, podle něhož vazba antigenu s protilátkou je vždy provázena vazbou komplementu. Protože adsorpce komplementu je neviditelná, pozoruje se výsledek vazby mezi antigenem a protilátkou nepřímo prostřednictvím jejího vlivu na zamezení jiné reakce, a to cytolysy červených krvinek beraních jejich specifickým antisérem (tzv. hemolysinem). K hemolyse (tj. rozkladu čili cytolyse krvinek) dochází jedině v přítomnosti komplementu, tzn. jestliže nedošlo k vazbě mezi antigenem a protilátkou, a komplement zůstal tedy volný. Je-li komplement adsorbován na komplex „antigen + protilátky" (to znamená při positivní sérologické reakci), k rozkladu krvinek nemůže dojít. Hemolysa je tedy pouze indikátorem reakce, která ukazuje, zda se spojil antigen s protilátkou a zda byl vázán komplement. Vázané množství komplementu kolísá podle stupně, v němž reaguje antigen a antilátka a měří se pozorováním, zda je či není ještě dostatek volného komplementu, který by umožnil cytolysu krvinek za přítomnosti hemolysinu.

Technika provedení reakce je poměrně složitá a dosti pracná a je spojena hlavně s obtížnými přípravnými pracemi, neboť jednotlivé složky vstupující do reakce musí být spojovány v určitém vzájemném poměru a musí být často připraveny krátce před vlastní diagnosou. Jednotlivé složky užívané v reakci jsou: 1. zkoumaný virový antigen (zvláště upravený), 2. antisérum specifické vůči zkoušenému viru (diagnostické antisérum), 3. komplement, 4. hemolysin, 5. beraní nebo ovčí červené krvinky a 6. fysiologický roztok. Jako hemolysin (hemolytické antisérum čili hemolytický amboceptor) slouží sérum získané z krve králíka, který byl imunisován injekcemi červených krvinek berana nebo ovce. Standardní komplement, kterého se v pokusech užívá, se získává z čerstvého séra morčat. Virové i hemolytické antisérum musí být před použitím zbaveny svého komplementu,**) což se děje zahřátím na 56° C na půl hodiny.

Pokus s vazbou komplementu se provádí na dvakrát. Nejdříve se smíchá zkoušený antigen s protilátkou a přidá se komplement, který byl napřed vytitrován tak, aby reakce proběhla typicky (tj. aby nastala buď úplná hemolysa nebo aby se jí úplně zabránilo). Směs se nechá stát 1 hodinu (po případě 40 minut při 37° C), aby se mohl komplement vázat. Potom se přidávají ke směsi omyté beraní krvinky a hemolysin, tekutiny se vzájemně promíchají a ponechají stát při 37° C, načež se po určitých

*) Pod pojmem komplement čili alexin se rozumí termolabilní nespecifická složka normálního séra schopná vyvolat hemolysu krvinek sensibilovaných hemolytickým antisérem.

**) Popsaná metodika sérologické reakce vazby komplementu odpovídá postupům užitým hlavně při stanovení bramborových virů X a Y (Sponner a Bawden 1935, Bawden 1950, Kozlowská 1950, Jermoljev 1952, Jermoljev a Zadina 1956).

intervalech zjišťuje stupeň hemolysy. Reakci je vhodné upravit tak, že ke směsi antigenu s protilátkami a komplementem nepřidáváme zvlášť krvinky a zvlášť hemolysin, nýbrž jejich směs, tzv. sensibilované krvinky. K tomu účelu musí být určen napřed titr hemolysinu jeho zřeďováním fysiologickým roztokem. Sensibilované krvinky musí být připraveny 15—20 minut před vlastní zkouškou.

Diagnostická zkouška probíhá v několika zkumavkách. Počet použitých zkumavek se řídí podle počtu postupných ředění zkoušené šťávy, aby se zároveň mohlo stanovit přibližné množství viru ve zkoušené šťávě. Tak se zřeďuje tato šťáva postupně 4× (např. 1:30, 1:60, 1:120, 1:240 — Jermoljev 1952) nebo 6× (např. 1:10, 1:20, 1:40, 1:80, 1:160, 1:320 — Jermoljev, Zadina 1956) a další tři zkumavky se užívají jako kontrolní, v nichž má nastat úplná hemolysa, neboť v nich komplement zůstává volný. Do jednotlivých zkušebních epruvet se nalije 0,25 ml zkoušené šťávy (již předtím upravené ředěním), 0,25 ml příslušného antiséra (ředěného fysiologickým roztokem) a 0,5 ml komplementu zředěného podle titru séra. Zkumavky se potom ponechají v klidu při 37° C ve vodní lázni a po 40 minutách se do nich přidává 0,5 ml sensibilovaných krvinek. Pozorování se provádí za této teploty vždy po 5 minutách s konečným zhodnocením za 15—20 minut. Poslední zkumavka, v níž vůbec nenastala hemolysa, určuje zředění, ve kterém se virus dá ještě zjistit. V kontrolních zkumavkách se zkouší šťáva ze zdravé rostliny virovým antisérem a šťáva z virosní rostliny sérem normálním (sérem Z).

Technika získávání komplementu, jeho titrace a konservace, technika přípravy hemolysinu a sensibilovaných krvinek, jakož i úprava zkoušeného antigenu a jemu příslušného antiséra je přesně uvedena v publikaci Jermoljeva a Zadiny (1956).

Metoda neutralisace infekčnosti

Metoda neutralisace infekčnosti je založena na principu, že spojení nějakého antigenu s jeho protilátkou je zpravidla provázeno ztrátou jeho charakteristických vlastností, na příklad ztrátou toxicity (u antigenů toxických) nebo ztrátou infekčnosti (u virů).

Při této metodě v podstatě zjišťujeme, jak je ovlivněna infekční povaha rostlinné šťávy po smíchání se specifickým antisérem (Silbersmidt 1933). Tato zdánlivě jednoduchá reakce je však komplikovaná a zdlouhavá. Infektivita virů bývá totiž potlačována nejenom příslušnými antiséry, ale i séry normálními (zvláště heterologickými) a různými inhibitory (Chester 1934, 1936, Stanley 1934), takže za specifický vliv určitého antiséra možno považovat rozdíl mezi redukcí infekčnosti, působenou jednotlivými séry (antisérem a normálním sérem). Tato metoda je proto značně nepřesná, neboť vyžaduje provedení přesných a pracných testů infektivity s užitím odpovídajících kontrol a kromě toho je i zdlouhavá a použitelná jen u virů, které vyvolávají onemocnění po inokulaci šťávou (Bawden 1950) a u sér stejně starých a stejně skladovaných (Kassanis 1943).

Metoda anafylaxe

Metoda anafylaxe je založena na principu, že vazba antigenů s jejich protilátkami je provázena změnami v živočišných tkáních, které se registrují buď in vivo nebo in vitro. U živého zvířete jsou tyto změny charakterisovány prudkými svalovými křečemi, zánětem tkání, po případě prudkými šoky vedoucími až k smrti. Reakce in vitro se provádí různými postupy*) na explantovaných orgánech imunisovaných zvířat, např. na

*) Základním používaným postupem je metoda Schultzova a Dalova (Dale 1913).

dělohách panenských morčat (B a w d e n 1950). Určitou nevýhodou těchto pracných metod, jinak většinou značně citlivých, je okolnost, že svalstvo pokusného zvířete může často reagovat i na nespecifické toxiny (např. lilkovitých rostlin), nejsou-li toxické látky napřed z rostlinných extraktů odstraněny.

Výhody a nevýhody sérodiagnostiky

Používání sérologických metod k diagnose virových chorob má kromě četných předností i různé nedostatky. Výhody sérodiagnostiky záleží hlavně v tom, že těmito postupy je možné zjistit i latentní formy onemocnění a že průběh diagnosy je rychlý, je-li ovšem připraveno vhodné diagnostické sérum; v mnohých případech je možno získat jednoznačné výsledky již za několik minut. Kromě toho je většinou možné jednotlivými metodami identifikovat přímo určitý virus*), kdežto sledování vlastností viru in vitro nebo zjišťování příznaků na hostitelských rostlinách je náročné na čas a nespolehlivé. V některých případech je sérologický test dokonce jediným průkazným diagnostikem (např. pro S virus bramborový).

Sérologické metody mají ovšem i nevýhody a nedostatky, které však v posledních letech, po zavádění nových technik (zvláště purifikačních) pozbývají stále více významu. Zvláště ve srovnání s novými možnostmi rozšíření diagnostiky i na labilní viry a ve srovnání s nepřesností a malou průkazností ostatních nebiologických metod se sérologické metody stále více uplatňují jak v diagnostice viros, tak i v celé experimentální virologii.

Nedostatky sérodiagnostiky je možno shrnout takto:

a) Získávání antisér je často obtížné a zdlouhavé.

b) Vlastní testování je často spojeno s určitými překážkami, neboť ke správnému vyhodnocení reakce je zapotřebí provést řadu zvláštních a dosti složitých úprav a kontrol.

c) Běžné metody diagnostické je možno použít jen u omezeného počtu virů, zejména u těch, které se řadí mezi tzv. mosaikové viry. U labilních virů (zvláště virů žloutenkových) je nutno použít poměrně dosti komplikovaných metod pro přípravu antigenů, které jsou zatím nepřístupné pro vyšetřování v běžných výzkumných laboratořích.

d) Nespecifické reakce antisér, které mohou být vyvolány za určitých podmínek při použití některých metod nebo u určitých hostitelů, mohou zkreslit pak věrohodnost výsledků.

e) Pro testování jednotlivých viros je třeba vypracovat téměř speciální předpisy.

f) Úspěch použitých metod je závislý v mnohém na koncentraci viru v rostlině a jeho rozložení v rostlinných pletivech. Proto je někdy např. nutné zjišťovat předem lokalisaci viru v rostlině a z těchto míst odebírat infekční šťávu (např. W e t t e r 1957).

*) Některé sérologické reakce jsou jen skupinově specifické, takže jimi může být diagnostikována jen určitá skupina virů.

Diagnostika viros biochemickými metodami

Podstata a praktický význam biochemických metod

Snaha výzkumníků a praktiků nahradit diagnostické metody biologické a sérologické, které jsou většinou zdlouhavé a pracné, jinými rychlými zkouškami, vedla k propracování četných testů biochemických. Jejich účelem je vystihnout patofysiologické změny, které nastávají v rostlinách po napadení virovými chorobami, určitými charakteristickými a specifickými chemickými reakcemi, které neprobíhají u rostlin zdravých. Podstata jednotlivých reakcí záleží v kvantitativním nebo kvalitativním stanovení nahromaděných látek nebo v prokázání vytvořených vnitřních struktur, po případě úbytku některých látek metodami užívanými v analytické nebo fysikální chemii, respektive biochemii, např. kolorimetricky, jodometricky, titračně, chromatograficky, elektroforesou aj.

Naděje kladené na tyto metody nesplňují však většinou očekávání, neboť diagnosa se jimi často ani neurychluje, ani není dosti přesná a průkazná. Většina biochemických zkoušek je totiž náročná na čas a mnohé testy jsou nespecifické; dávají positivní výsledky rovněž následkem působení různých abiotických faktorů nebo různých patogenů. Výsledky nebývají jednoznačné, zvláště při různých podmínkách vnějšího prostředí, z něhož pocházejí zkoušené rostliny (viz str. 611).

Biochemických testů k určování viros je velmi mnoho. Proto jsou v dalším uvedeny jen příklady metod nejvíce známých nebo nejužívanějších.

Kolorimetrické metody

Kolorimetrické metody jsou z používaných metod poměrně nejsnadnější a nejpřístupnější. Jsou založeny na provokaci barevných změn charakterisujících určitou chemickou reakci, která byla (nebo nebyla) vyvolána v pletivech onemocnělých rostlin specifickými činidly. Tak například jsou tyto metody založeny na stanovení odlišného množství aminokyselin (např. tryptofanu) v infekční a ve zdravé rostlinné šťávě (Schuphan 1950) nebo na různé reakci bílkovinných složek u zdravých a nemocných rostlin, např. za určitou dobu po proběhlé biuretové reakci (Friedrich 1938). Jiné jsou založeny např. na hromadění polyfenolů v pletivech nemocných rostlin (Lindnerovy testy, Martinův test).

Mezi kolorimetrické zkoušky bývají řazeny takové biochemické postupy, jejichž výsledek může být registrován makroskopicky a po případě též vyhodnocen kvantitativně kolorimetrem.*)

Lindnerovy testy

Lindnerovy testy užívají ke zjišťování viros jevu, který je vysvětlován tím, že virové choroby narušují v napadených rostlinách respirační rovnováhu a tím dávají podnět k přeměně nahromaděných cukrů v taniny (polyhydroxyfenolové sloučeniny) (Lindner 1948). Testy se provádějí ve dvou

*) Naproti tomu metody, které jsou založeny na barvitelnosti substancí a struktur vytvářených v pletivech napadených rostlin a které mohou být pozorovány jen pod mikroskopem bývají zařazovány mezi testy histochemické (např. Bode 1955, kalosové testy aj. — viz str. 601).

modifikacích a nacházejí uplatnění hlavně při testování viros některých peckovin (třešní, broskvoní) a rostlin s podobným polyfenolovým systémem (např. jahodníku, maliníku).

Lindnerův test I (Lindner 1948) je obměnou Fehlingovy zkoušky užívané pro určení redukujících cukrů a vhodné i pro stanovení taninů. Reagens zachovává v přítomnosti zdravých pletiv modrou barvu, kdežto účinkem taninů nahromaděných v nemocných pletivech se zbarvuje do růžova až červenohněda.

Reagens se připravuje smícháním dvou roztoků, a to jednak 40 g sody v jednom půllitru vody a jednak 0,3 g síranu měďnatého + 3 g citrátu sodného v druhém půllitru vody, a to ihned po jejich přípravě. Reakce se provádí tak, že dvě zkumavky o průměru 1 cm se naplní po 5 ml indikační reagencií, načež se do jedné vpouští část listu ze zdravé rostliny, do druhé část listové čepele z nemocné rostliny (nejlépe ve tvaru vyseknutého kroužku průměru 6 mm). Zkumavky se poté ponoří na 5—10 minut do vařící vody, načež se zchlazují 10 minut před vyhodnocením ve fotokolorimetru.

Lindnerův test II (Lindner, Weeks, Kirkpatrick 1951) záleží v tom, že zkoušené listy odbarvujeme zahříváním ve fixačním roztoku pod zpětným chladičem ve vodní lázni. Odbarvené listy, které jsou bělavé nebo žlutavé, se potom zahřívají v n - NaOH na 80—100° C, dokud se neobjeví na napadených místech s nahromaděnými polyfenoly tmavě modré skvrny. Toto zabarvení přechází na vzduchu nebo okyselením na červené. Je-li list přenesen do kyseliny octové nebo mléčné, uchová se červené zabarvení v místě lokalisovaného viru až 1 měsíc nebo o něco déle.

Fixační roztok pro odbarvení listů se připravuje smícháním 700 ml 95% alkoholu, 20 ml 37% formaldehydu a 230 ml destilované vody. Odbarvování nastává u mladých listů již po několika minutách (5—10), u starých mnohem později, i po 2 hodinách.

Lindnerovy testy nedávají vždy jednoznačné výsledky, neboť positivní polyfenolovou reakci mohou dávat i některé fysiologické choroby a naopak virosy prokazatelné jinými způsoby dávají test negativní.

Martinův test

Je založen na obdobné podstatě jako testy Lindnerovy, totiž na zvýšení aktivity polyfenoloxydasy a na hromadění zplodin tohoto enzymu u rostlin napadených virovými chorobami. Test byl prozkoušen u tabáku, bramborů a jiřin. Kolorimetrická zkouška využívá skutečnosti, že systém polyfenoloxydasa-fenol-indofenol převádí indofenol z redukované formy na formu oxydovanou (Martin, Quemener 1956).

Podle posledních zkušeností se Martinova zkouška nehodí k testování bramborových viros, neboť není ani specifická pro určitý virus na bramborách (dává positivní reakci s viry X, Y a A), ani není dostatečně průkazná, jak se při jejím zavádění předpokládalo.

Titrační zkoušky biochemické

Jsou poměrně značně pracné a zdlouhavé, takže v diagnose virového onemocnění nacházejí uplatnění jen zřídka a ve zvláštních případech, kdy nejsou jiné spolehlivé metody. Jako příklad může býti uvedena metoda založená na tvorbě různého množství aminokyselin v pletivech zdravých

a nemocných rostlin; záleží ve stanovení amoniaku, který se získá hydrolysou těchto aminokyselin.

Důkaz virové svinutky brambor, která tvoří v napadených pletivech poměrně značné množství glutaminové kyseliny a jiných kyselin aminových, se touto metodou provádí tak, že šťáva zkoušené a zdravé rostliny, která byla odebrána z listů ze střední partie trsu, se přečistí centrifugací a upraví absolutním alkoholem na výslednou 75% koncentraci alkoholického roztoku. K takto upravené šťávě se přidá fosfátový pufr o pH 7,0 a vzorek se hydrolysuje varem ve vodní lázni po 2 hodiny za použití zpětného chladiče. Vzniklý amoniak se stanoví titračně podobným postupem jako při stanovení organického dusíku Kjehldahlovou metodou. Kvantitativní určení amoniaku je možno nahradit kolorimetrickým důkazem, a to citlivou zkouškou Nesslerovým činidlem. Toto reagens se přidává k hydrolysovanému vzorku, který byl předtím odbarven aktivním uhlím. Šťáva ze svinutkových brambor se projeví intensivnější oranžovou barvou než šťáva z rostlin zdravých.

Jodometrické metody

Nacházejí uplatnění v diagnostice jen zřídka. Jako příklad může být uvedena metoda stanovení obsahu kyseliny askorbové v bramborových hlízách na indikátorovém agaru. Tato metoda, založená na poznatku, že brambory napadené mosaikou nebo svinutkou mají vyšší obsah kyseliny askorbové v hlízách než rostliny zdravé, záleží v jodometrickém stanovení rozdílného obsahu kyseliny askorbové podle rozdílné velikosti odbarvených zón tvořících se na indikátorovém agaru kolem válečků z nemocných a zdravých hlíz. Bližší popis této metody uvádí Stárka (1952).

Použití chromatografie

Chromatografie se v diagnose virových chorob uplatňuje spíše při přesné identifikaci virového druhu než při běžném určování původu choroby. Metoda je založena většinou na kvalitativním stanovení jednotlivých aminokyselin, tvořících virové bílkoviny ve srovnání s aminokyselinami bílkovin u rostlin zdravých. Rozbor jednotlivých aminokyselin se provádí z hydrolysované purifikované šťávy ponejvíce dvourozměrnou chromatografií na papíře. Metoda je zvláště cenná pro spolehlivé určení jednotlivých složek virových bílkovin, jejichž molekulární struktura se určuje pomocí rentgenogramů.

Mikroskopické metody diagnostické

Mikroskopické metody jsou založeny buď na cytologickém nebo histologickém vyšetření anatomické struktury napadených rostlin metodami mikroskopickými, po případě na rozlišování virových struktur uvnitř pletiv elektronovým mikroskopem.

K mikroskopickým metodám se zařazují též různé postupy histochemické (po případě cytochemické), které vyžadují použití mikroskopu a jsou založeny na barvitelnosti substancí a struktur vytvářených v pletivech napadených rostlin.*)

*) Naproti tomu metody založené na různé barvitelnosti nemocných a zdravých pletiv jsou podle svého charakteru zařazovány většinou mezi zkoušky histologické, neboť jejich hlavní pracovní metodou je histologické vyšetření rostlin.

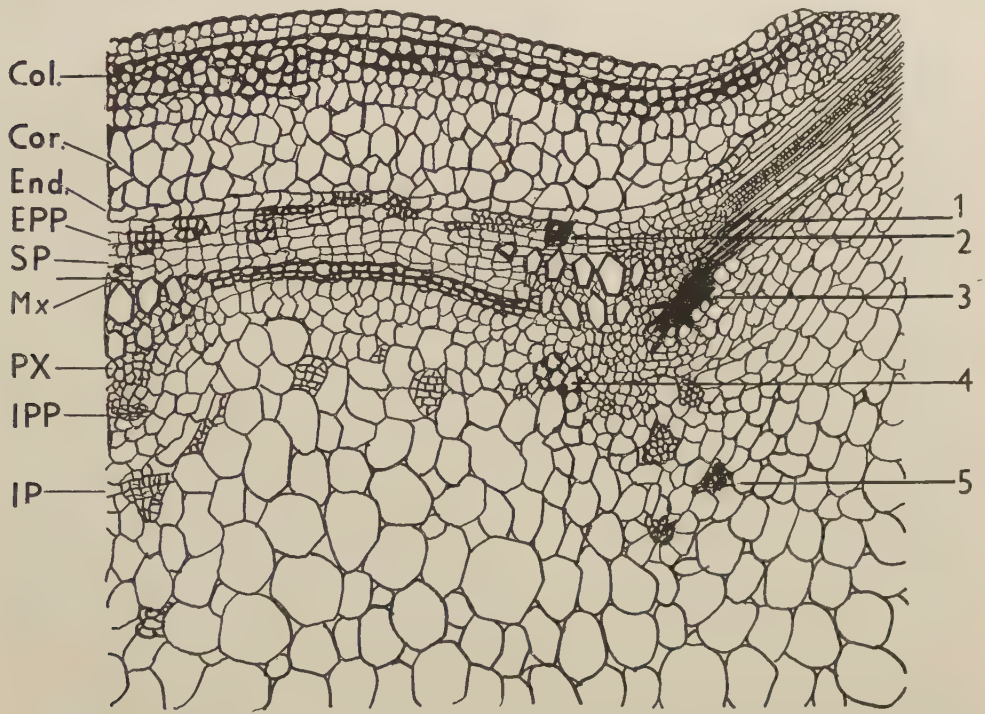
Histologická vyšetření

Histologická vyšetření napadených rostlin mohou být v některých případech dobrou diagnostickou pomůckou, přestože vykazují značnou podobnost s anomáliemi způsobenými jinými příčinami.

Tak např. nekrosa phloemu, vyvolaná na bramborách onemocnělých virovou svinutkou, je dobře rozlišitelná od svinutek jiného původu na zbarvených mikroskopických preparátech získaných příčným řezem bramborovým stonkem. U některých bramborových odrůd jsou nekrosy velmi dobře patrny i bez zbarvení (někdy i pouhým okem), zvláště v základech mladých os (v osních pupenech), v nichž je nekrosa lýka vyvinutější než v hlavní bramborové lodyze (Natti a Ross 1954) (obr. 221).

Mezi nejznámější barvicí metody histologické patří fluoroglucinový test (Scheffieldová 1943) a test fuchsinový (Bode 1955), zaměřené hlavně na identifikaci virové svinutky brambor [*Solanum virus 14* (Appel et Quanjer) Smith], avšak použitelné i u některých jiných viros.

Fluoroglucinový test: Příčné řezy stonkem (v místech uzlů) se ponoří na jednu minutu do 1% roztoku fluoroglucinu v 50% ethanolu



221. Komplexní nekrosa phloemu na řezu bramborovým stonkem napadeným virovou svinutkou. *1.* Nekrosa vznikající podél phloemu na osním pupenu. *2.* Nekrotické buňky vnějšího primárního phloemu. *3.* Nekrotické partie ve vnitřním phloemu osního pupenu. *4.* Nekrotické parenchymatické buňky. *5.* Nekrotické buňky vnitřního primárního phloemu v hlavní lodyze: Col — kolenchym, Cor — korové pletivo — cortex, End — endoderm, Mx — metaxylém, PX — primární xylém, EPP — vnější primární phloem, IPP — vnitřní primární phloem, SP — sekundární phloem.
Podle Nattiho a Rosse 1954

a pak se přenesou na jednu minutu do 50% kyseliny solné. Po opláchnutí vodou se pozorují řezy pod mikroskopem. Na řezech pocházejících ze svinutkových rostlin je možno zjistit ve vnitřním i vnějším phloemu žlutočervená místa, poukazující na vzniklé nekrosy.

Fuchsinový test: Příčné řezy stonkem (v místech pod uzly) se barví zředěným roztokem diamantového fuchsinu. Po určité době barvení se odstraní přebytek barviva omytím vodou a preparáty se pozorují pod mikroskopem. Na řezech ze svinutkových rostlin je možno pozorovat intensivně do červena se barvicí buňky v sítkovicích, kdežto u zdravých rostlin zůstává floem nezbarvený. Xylém a sklerenchymatické buňky se však barví červeně jak v řezech z rostlin svinutkových, tak i zdravých. Spolehlivost zkoušky je závislá ve velké míře na jakosti použitého fuchsinu.

Cytologická vyšetření

Cytologická vyšetření nacházejí v mikroskopické diagnostice širší uplatnění než vyšetření histologická a nezřídka slouží i ke spolehlivé a poměrně rychlé diagnose choroby a přesnému rozlišení virového druhu.

Vyšetření buněčných orgánů a struktur

Velká část anatomických změn vyvolaných působením virů v buněčné struktuře je naprosto nespecifická a může stejně dobře poukazovat na napadení jinými chorobami než virovými, což se zvláště vztahuje na mikroskopii cytoplasmy, jádra, mitochondrií a plastidů. Úspěch může být zaručen většinou jen při použití mikrotonové techniky a speciálního barvení jednotlivých buněčných orgánů a součástí, což vyžaduje dlouhé a značné zkušenosti. O typických změnách v buněčné struktuře, na něž je nutno se zaměřit při mikroskopickém vyšetření, pojednává např. Dufrénoy (1929).

Průkaz intracelulárních inklusí

Směrodatným určovacím znakem virových chorob zjistitelných cytologickým vyšetřením je tvorba intracelulárních inklusí (viz str. 450), která je pro mnohé viry typická a může tak pomoci k přesné identifikaci určitého viru.

Amorfní typ (tzv. x-tělíska), mající zrnitou nebo síťovanou strukturu, se barví více nebo méně anilinovými barvivy. Zvláště intensivně se barví okraje vakuol u větších x-tělísek, která bývají typicky vakuolovaná. Kromě toho je možno zjistit temné zabarvení hranatých nebo zaokrouhlených partikulí, kterých je v x-tělísku různý počet. Uvnitř vakuol bývá často patrná malá partikule s radiálními vlákénky.

Kromě této „amoebovité" formy je známa u amorfního typu inklusí i forma granulární, vypadající jako kompaktní, téměř sférické tělísko. Velikost x-tělíska, které je většinou jen jedno v buňce, kolísá podle rozměrů buňky v rozmezí od 3—4 μ do 20—35 μ v průměru. X-tělíska dávají základní reakce na proteiny.

Krystalický typ inklusí, které mají podobu pravých krystalů se 3 dimensemi, se projevuje někdy žíháním, zvláště po okyselení fixovaných preparátů. V polarisovaném světle projevují krystalky dvojlomnost.

Dávají Millonovu a xanthoproteinovou reakci na proteiny. Barví se často ihned kyselými barvivy, jako kyselým fuchsinem nebo eosinem, jindy až po předběžném okyselení 0,1 *N* HCl. [Tak např. při zjišťování inklusí u *Cucumis viru 2* (Bewley) Smith se nechává kyselina působit na podložním sklíčku až 30 minut a před přidáním barviva se odfiltruje — Vovk 1948.] Některé inkluse jsou dobře zjistitelné bez barvení, zvláště při pozorování ve fázovém kontrastu. Na zjišťování inklusí se ponejvíce hodí trichomy.

Intranukleární inkluse, které jsou krystalické a ze všech typů vnitrobuněčných inklusí nejstálejší, mohou být extrahovány i z buněk. Vyluhované krystaly jsou ve vodě nerozpustné, právě tak jako v alkoholu, etheru a chloroformu. Dávají reakce jako předcházející.

Přítomnost jednotlivých typů intracelulárních inklusí v buňkách napadených pletiv, právě tak jako jejich reakce, je pro mnohé viry typická a stává se určovacím znakem některých virů. Tak na příklad některé inkluse po přidání zředěné kyseliny solné mění svůj tvar (destičkovité inkluse viru mosaiky tabáku se mění v jehlancovité krystaly), jiné se rozpouštějí (zvláště krystalický typ inklusí), opět jiné zůstávají neporušené (většina amorfních x-tělísek). Jednotlivé charakteristiky a reakce inklusí důležité pro diagnosu popisuje Goldin (1954a), který pro zjišťování intracelulárních inklusí použil rovněž zvláštní luminiscenční metody (Goldin 1954b).

Histochemické testy

Na rozdíl od vyšetření histologického se při těchto testech postupuje hlavně postupy chemickými, resp. biochemickými. Význačným testem tohoto druhu je zkouška na kalosy, která je známa pod označením test Igelové a Langův (kalosový test).

Zkouška je založena na zvýšené tvorbě kalosy*) ve phloemovém pletivu rostlin onemocnělých některými virovými chorobami, např. virovou svinutkou brambor [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith] — Brehmer a Rochlinová, 1931, vrcholovou kadeřavostí řepy [curly top — *Beta virus 1* (Boncquet et Hartung) Smith] na cukrovce — Artschwager et Starret 1936, po případě na tabáku — Esauová 1941, a také virosou třešní a broskvoní vyvolanou virem „bucksin" — Schneider 1945. Přestože příčina ukládání kalosy v chorobných pletivech byla již známa, bylo využito tohto jevu k vypracování diagnostického testu teprve po roce 1953, když Igelová a Lange podali patentní přihlášku na nový test**) a když ještě před uveřejněním tohoto testu v r. 1955 byl různými autory (Sprau 1955, Hofferbert a Putlitz 1955, Moericke 1955, Baerecke 1955b) publikován kalosový test prakticky totožný s patentovaným ohlášením Igelové a Langa (Schuster 1956).

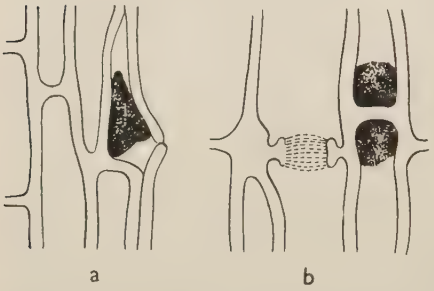
*) Kallosa se postupem doby ukládá na síťkovitá políčka sítkovic (obr. 222a) a posléze je ucpává (jak zjistil Mangin již v r. 1892), takže je znakem postupující sklerosy (obr. 222b). Je to látka silně světlolomná, amorfní, bezbarvá, ve studené vodě, alkoholu a Schweitzerově činidle nerozpustná, avšak snadno se rozpouštějící v kyselinách (konc. H_2SO_4), v louzích (1% KOH nebo NaOH); v NH_4OH a v alkalických karbonátech rosolovatí, snadno se barví methylovou a anilinovou modří (cit. podle Kaviny, 1950).

**) Patentní přihláška u Německého patentního úřadu znějící na postup označený jako „Verfahren zur Frühdiagnose von Viruskrankheiten bei Pflanzen".

Podstatou testu je mikroskopické pozorování kalosy v sítkovicích cévních svazků na příčných nebo podélných řezech stonků nebo klíčků, a to pomocí zbarvení kalosy specifickými barvivy (např. anilinovou modří, methylovou modří, azurinem, korralinem, resorcinovou modří, kyselinou pikrovou, Kongo červení, lakmoidem aj.), z nichž nejvhodnější pro intensitu zabarvení a uchovatelnost je resorcinová modř, která se získá oxydací vodního roztoku resorcinu po přidání čpavku při delším ponechání roztoku na vzduchu.

Resorcinová modř se připravuje tak, že se ke 100 ml 1% vodného roztoku resorcinu přidá 0,9 ml 20% amoniaku a ponechá se stát na vzduchu 8 dní (cit. podle Schustera 1956). Tento roztok barví kallosu v tenkých řezech hlízou v 1—2 minutách temně modře, kdežto zdřevnatělé buněčné blány zůstávají nezbarvené. V některých případech, poměrně však řídkých, se tyto blány též zbarvují, takže může dojíti k omylům.

Kalosy při zkoušení stonků nebo klíčů se mohou snadno určovat na tenkých mikrotomových řetězech (ačkoliv i hrubší řezy žiletkou mohou dát dobré výsledky — Sprau, 1955). Při zkoušení hlíz na přítomnost kalos musí být vzata v úvahu skutečnost, že kalosy nejsou v cévních svazcích rovnoměrně rozloženy. Proto Hofferbert a Putlitz (1955), provádějí po obvodu obou rozříznutých půlek hlízy výškrab cévních svazků (nejlépe skalpelem nebo lancetou), aby získali z hlízy pokud možno největší část phloemu. Kaše získaná vyškrábáním je přenesena na podložní sklíčko, kde je obarvena několika kapkami resorcinové modři a zakrátko přikryta druhým podložním sklíčkem. Tlakem na obě sklíčka a jejich vzájemným posunem proti sobě dosáhneme, že můžeme sítkovice pozorovat v tenké vrstvě. K pozorování kalosy pod mikroskopem stačí zvětšení 40 až 60násobné.



222. a — Tvorba kalosových zátek v sítkovicích svinutkových brambor (podélný řez stonkem-, b — tvorba kalosových zátek v sítkovicích svinutkových brambor, sítkovice ucpány a smrštěny. Podle Brehmera a Rochlinové 1931

Stupeň spolehlivosti testu je vysoký, zvláště při zkoušení stonků, popřípadě i mladých klíčků. Chybná positivní reakce bývá v 5—10 % případů, chybná negativní reakce asi v 3—5 % případů, takže tímto testem je možno se značnou pravděpodobností vyřadit sáď napadenou svinutkou. Méně spolehlivý je test, je-li ho užito při posuzování nenaklíčených hlíz, zvláště když jsou napadeny svinutkou sekundárně (Wenzl 1956a), ačkoliv Jermoljev a Průša (1957) shledali, že test dává jistější výsledky u hlíz než u klíčků. Hofferbert a Putlitz (1955) uvádějí, že při analyse hlíz se dosahuje dobrých výsledků jen s hlízami zcela vyzrálými. Podle zjištění Wenzlova (1956b) je možno použít testu i k identifikaci nitkovitosti klíčků, a to již na nenaklíčených hlízách.

Metoda Igelové a Langova splňuje požadavek na rychlost testu, neboť během jedné hodiny mohou dva pracovníci spolehlivě roztřídit 60 hlíz.*)

*) Při kalosových testech bylo kromě různých výše uvedených barviv použito též látek fluoreskujících (Heilmannová 1955 aj.) a luminiscence pozorována ve fluorescenčním mikroskopu.

Cytochemické reakce

Mikroskopickým vyšetřením je možno pomocí různých cytochemických metod dokázat přítomnost nebo nepřítomnost určitých látek typických pro virus. Mezi nejdůležitější takové testy patří nukleární reakce Feulgenova, která nachází široké uplatnění hlavně v cytologii. U rostlin infikovaných virem, je možno pomocí této reakce dokázat podstatu intracelulárních inklusí, které jsou na rozdíl od jadrných nukleoproteidů Feulgen-negativní (Milovidov 1946/47).

Positivní nukleární reakce se projevuje fialovým zabarvením se Schiffovým reagens po předchozí slabé hydrolyse v n-HCl během několika minut. Postup: Objekty se fixují 24 hodiny sublimátem anebo fixáží podle Němce nebo Navaschina*), vypírají se v 75% alkoholu a potom se 24—48 hodin ponechají v 96% alkoholu. Po opláchnutí ve studené n-HCl se přenesou na 4—6 minut do kádinky s n-HCl ohřátou přesně na 60° C. Potom se objekt opláchne ve studené n-HCl a vystaví působení Schiffova reagens (na aldehydy) 1—2—5 hodin. Zbarvený preparát se opláchne postupně ve 3 válcích, v nichž je směs 100 ccm destilované vody, 5 ccm 10% kaliummetabisulfitu a 6 ccm n-HCl (čistota!), dále se opláchne v destilované vodě (až 1 hodinu), odvodní v alkoholové řadě a zalévá se do kanadského balzámu. Cytoplasma může být dobarvena 1% světlou zelení (Milovidov 1936).

Elektronoptická vyšetření

Elektronoptická vyšetření použil poprvé pro virologické účely Kausche, Pfankuch a Ruska (1939). Jednotlivé metody se používají hlavně na stanovení tvaru a velikosti virových partikulí, což je význačným určovacím znakem jednotlivých druhů virů, po případě na zjištění absolutní koncentrace viru v určité rostlinné části nebo infekční šťávě. Je proto o využití elektronové mikroskopie pojednáno na těchto místech (viz str. 609).

Fysikální diagnostické metody

Fysikální metody se uplatňují pro přímou diagnosu virových chorob zatím jen v nepatrném měřítku. Mnohé z nich jsou málo specifické a tím i málo průkazné.

Mezi ně patří např. zjišťování příznaků virosních rostlin ve světle ultrafialovém (např. Eicke a Bode, 1947) nebo infračerveném (Bawden 1933, Fraser 1952 aj.). Např. luminiscenční metody ke zjišťování zdravotního stavu bramborových hlíz jsou založeny na fluorescenci scopoletinu, který se hromadí ve větším množství v onemocnělých hlízách než v hlízách zdravých (Best 1936, 1948 aj.).

V poslední době je věnována pozornost různým metodám spektrografickým, které jsou založeny na vytváření specifického spektra nukleinových kyselin, jež rostlinné viry obsahují (např. Lindner, Kirkpatrick et Week 1952, Kirkpatrick et Lindner 1954, Herbst 1955, Zech et Vogt-Köhne 1955, Paul 1957 aj.).

Velké uplatnění nacházejí fysikální metody zvláště u různých moderních testů kvantitativních (viz str. 616) a purifikačních. Značný význam v tomto směru má využívání ultracentifugy, kterou zkonstruovali Svedborg a Pedersen (1940).

---

*) Fixáž podle Němce: 100 ml 1% kyseliny chromové a 8 ml 40% formalinu; fixace 48hod. — 2—3krát vystřídat tekutinu; vypírat tekoucí vodou 24 hod. (Milovidov, ústní sdělení).

IDENTIFIKACE VIRŮ A STANOVENÍ VLASTNOSTÍ JEDNOTLIVÝCH VIRŮ A JEJICH KMENŮ

Kromě diagnostických metod, které mají zjistit podstatu zkoušené rostlinné choroby, je vypracována celá řada metod, které slouží především k přesné identifikaci viru, po případě virového kmene. Tyto dvě skupiny diagnostických metod nelze ovšem od sebe ostře oddělovat, neboť jednotlivé testy jsou často založeny na stejných postupech a technikách nebo na sebe metodicky navazují, po případě se zcela kryjí (např. metody sérologické, cytologické vyšetření na inkluse aj.).

Principy identifikace virů a virových kmenů

Pro diferenciaci jednotlivých virů a jejich kmenů se ve virologii ustálil požadavek charakterisovat jednotlivé druhy podle určitých kritérií, z nichž některá se uplatňují již od Johnsonovy práce o klasifikaci virů (Johnson 1927) a mají charakter rozlišovacích znaků. Na základě těchto starších hledisek se posuzuje zejména: a) chování viru ve vytlačené infekční šťávě in vitro, b) projev symptomů na hostiteli a na diferenčních hostitelích, c) způsob přenosnosti viru a d) okruh hostitelů.

Postupně bylo zavedeno k těmto kritériím ještě: a) sérologické prověřování, b) mikroskopické vyšetření vnitřních symptomů (zvláště tvorba inklusí), c) preimunitní test, d) stanovení tvaru a velikosti virových partikulí a po případě e) stanovení biofysikálních a biochemických vlastností a charakteristik.

Ačkoliv největší systematickou hodnotu má test sérologický, k přesnému určení viru musí být uvažována různá kritéria a prozkušovány nejrůznější testy.

Stanovení charakteristických vlastností virů in vitro

Stanovení charakteristických vlastností virů in vitro podle jejich chování v infekční šťávě je založeno hlavně na stanovení inaktivace viru v různých podmínkách. K těmto „charakteristickým" vlastnostem, jejichž zjišťování se hodnotí jako rozlišovací znak virového druhu nebo kmene, patří: a) hraniční bod termální inaktivace, b) konečný bod zředění, c) délka časové inaktivace posuzované podle stanovení životnosti viru in vitro a zjištění odolnosti viru vůči vyschnutí, d) inaktivace chemikáliemi.

Tyto vlastnosti se počítají k základům virové diagnosy, i když o ceně těchto dat bylo vysloveno velmi pochybné mínění, neboť jejich stanovení závisí na celé řadě nekontrolovatelných podmínek a je při něm dosti značná možnost chyb, které nelze vyloučit. Proto z pokusně získaných výsledků je možno jen těžko dělat jednoznačné závěry a hodnota získaných dat bývá jen relativní. Zkreslených výsledků může být např. dosaženo, jestliže se jednotlivá stanovení provádějí ve skleníku při teplotách nižších než 15° C nebo vyšších než 25° C. Poněvadž u některých virů dochází k inaktivaci již při získávání šťávy z rostlin, mnohé z uvedených vlastností nemohou být vůbec určeny, a to tím spíše, že jednotlivé metody jsou vypracovány převážně jen pro viry mechanicky přenosné. Založené pokusy se pozorují 4 týdny.

Stanovení hraničního bodu termální inaktivace

Stanovení hraničního bodu termální inaktivace (zjišťování termolability viru v surové šťávě) záleží v krátkodobém zahřátí infekční šťávy na určitou teplotu a v následném provedení umělé infekce mechanickou inokulací po zchlazení šťávy.

Vytlačená šťáva se zbaví hrubých příměsí (po případě se zřeďuje vodou 1:1, ovšem ve všech zkouškách), načež se zahřívá při určité, přesně kontrolovatelné teplotě ve vodní lázni termostatu po dobu 10 minut v reagenčních zkumavkách uzavřených vatovými zátkami (nejlépe vždy po 2 ccm zkoušené šťávy odebraných z různých částí rostlin).

Po uplynutí 10 minut se zkumavky okamžitě zchladí tekoucí vodou a potom se šťávou infikují připravené testovací rostliny. Pokus se zakládá současně pro vyzkoušení různých teplot v určitém rozmezí. Pokud se inaktivace provádí jen v jedné zkumavce, v níž se teplota kontroluje teploměrem, má být ke zkouškám brána šťáva z vrchních plně vyvinutých listů bujně rostoucích rostlin, aby nebyl zkreslen výsledek nízkou koncentrací viru. Výsledek ovšem může být také ovlivněn rozdílnou citlivostí použitých testovacích rostlin (zvláště jejich druhem a sortou) a kromě toho i pH roztoku.

Získané hodnoty jsou proto přibližné, takže zjištění diference menší než 3^0 C nesmí být posuzováno jako jisté.

Stanovení konečného bodu zředění

Konečný bod zředění se stanoví postupným zřeďováním infekční šťávy a provedením inokulačních pokusů s jednotlivými stupni zředění.

U různě infektivních virů bývají voleny různé řady roztoků. Tak např. se u některých virů postupuje od základního ředění 1:1 na stupně 1:10, 1:100 atd. U viru mosaiky tabáku se zkoušejí řady u roztoků ředěných od 1:1000 do 1:10 000. Po provedení hrubých zkoušek orientačních se zkoušejí roztoky mezistupňové. Výsledky pokusů závisí na způsobu přípravy infekční šťávy a na kapalině použité ke zřeďování. Místo destilované vody se v poslední době doporučuje použít vody vodovodní (pH 7,2—7,5).

Určení je celkem málo exaktní a za věrohodné výsledky při stanovení odlišných kmenů nebo virů se pokládají jen takové, které se zřetelně liší od kontrolního standardu známého viru nebo kmene.

Stanovení časové inaktivace viru

Stanovení časové inaktivace viru se provádí zjišťováním doby, po kterou zůstává virus ještě infekční buď ve vytlačené šťávě, nebo v suchých listech.

Stanovení odolnosti viru vůči stárnutí ve šťávě

Stanovení odolnosti viru vůči stárnutí záleží v tom, že infekční šťáva se ponechává určitý počet hodin stát ve zkumavkách při stálé laboratorní teplotě ($18—22^0$ C) a po jednotlivých intervalech se pak zkouší její specifičnost inokulační metodou.

K pokusům se šťáva obvykle zřeďuje v poměru 1:1 a uchovává se v epruvetách uzavřených vatovou zátkou na difusním světle. Volba časových intervalů, v nichž se inaktivace zkouší, jakož i výsledek a spolehlivost testu, závisí na druhu viru, druhu

použité rostliny, na osvětlení a mnoha dalších vlivech, např. na činnosti bakterií přítomných v rostlinné šťávě (zvláště v prvních hodinách pozorování). Metoda je málo exaktní.

Stanovení odolnosti viru vůči vyschnutí

Stanovení odolnosti viru proti vyschnutí je vlastně zjišťováním doby, po níž nastává inaktivace v suchých rostlinách.

Postup záleží v tom, že rostliny, které byly infikovány stejnou metodou a za stejných podmínek (obvykle před 12—21 dny) se vyjmou z vegetačních nádob, zbaví se opláchnutím ulpělé půdy a suší se v laboratořích na vzdušném místě. Po 6—8 dnech je rostlina suchá, takže po určitých termínech se z ní odebírá vždy několik listů, které se použijí jako infekční materiál. Listy se rozmělní v misce s přidáním 1 ccm vody a takto získaná kašička slouží k inokulaci.

Stanovení inaktivace viru chemikáliemi

Stanovení inaktivace viru chemikáliemi se provádí tak, že se zjišťuje vliv různých chemikálií a jejich koncentrace na životnost viru in vitro a zároveň se stanoví doba, za kterou se při použití této látky inaktivuje virus v infekční šťávě. Z používaných chemikálií nachází uplatnění zvláště alkohol, sublimát aj.

Běžný postup (Riker et Riker 1936) záleží v tom, že do 10—12 zkumavek ponořených do vody a udržovaných při stálé teplotě ve vodní lázni se dává po 5 ccm používané chemikálie postupně ředěné na stále nižší koncentraci, přileje se vždy 5 ccm zkoušené infekční šťávy a po časovém období voleném v různých intervalech od 1 minuty do 24 hodin se zkouší u všech jednotlivých směsí (chemikálie a rostlinné šťávy) jejich infekčnost inokulováním náchylných rostlin. Chemikálie určená pro inaktivaci se připravuje v různém ředění (obvykle v geometrické řadě klesajících koncentrací). Doporučitelný způsob ředění je tento: Do první zkumavky se nalije 10 ccm chemikálie v dvojnásobné koncentraci, než je požadovaná koncentrace počáteční a do všech ostatních zkumavek po 5 ccm destilované vody. Potom se odpipetuje 5 ccm roztoku z první zkumavky, dá se do zkumavky druhé a zamíchá; 5 ccm roztoku z druhé zkumavky se pak dá do třetí atd., takže výsledkem ředění je řada roztoků: 2/1, 1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 atd. (V „kritickém" rozmezí mohou být vytvořeny řady přesnějších zředění.) Po zřeďování se teprve k jednotlivým zkumavkám přidává po 5 ccm zkoušeného virového extraktu, takže každá koncentrace je dále ředěna ještě jednou, a provádějí se inokulační testy. Aby se při nich zabránilo poškození velkých listů použitými chemikáliemi, postříká se list ihned proudem vody, aby se chemikálie spláchla. Stejný účel může mít odstranění chemikálie z infekční šťávy dialysou nebo adsorpcí a elnací viru přes celit.

Výsledek pokusu závisí na čistotě použité chemikálie, koncentraci viru ve zkoušené šťávě, přítomnosti různých látek v infekční šťávě (enzymů, alkaloidů, solí, normálních bílkovin aj.), teplotě a osvětlení v době prováděných zkoušek, od pH infekční šťávy aj.

Stanovení přenosnosti viru

Stanovení přenosnosti viru, zvláště způsobu přenosu, je pro určení viru nebo jednotlivých kmenů značně důležité. Při zjišťování přenosnosti je vhodné zároveň stanovit inkubační dobu, která je pro určité druhy virů charakteristickým znakem.

Základní způsoby přenosu, tzn. způsoby, jichž se užívá k experimentální-

mu přenosu viros (přenos mechanickým očkováním, vektory a roubováním) byly popsány výše.

Metody přenosu půdou

Používají se velmi málo, neboť jen několik virů (majících však dosti široký okruh hostitelů) se přenáší půdou. Metoda přenosu je založena na poznatku, že viry mohou vstupovat do rostlin jedině ranami. Zdravé rostlinky se pěstují od semen v živných roztocích (po případě s půdním výluhem), které jsou impregnovány virem. K přenosu nákazy dochází jen u těch rostlin, jejichž vlasové kořínky byly poraněny.

Jiný způsob zkoušky přenosnosti viru půdou záleží v tom, že rostliny onemocnělé zkoušeným virem se dají do vegetačních nádob, aby silně zakořenily, pak se odstraní a do zeminy, zbavené přesátím hrubých kořenových částic, se přepichují mladé zdravé rostlinky. Pokus se bonituje asi po 6 týdnech.

Přenos viru semenem

Může se pokládat za věrohodný jen tenkrát, je-li dbáno všech hygienických opatření (hlavně přísné isolace od hmyzu, zábrany vzájemného kontaktu rostlin a možné nákazy kontaminovaným nářadím, lidskou rukou nebo půdou). Prakticky může být uskutečněn pouze ve skleníkových podmínkách.*)

Určení přenašečů

Určení přenašečů je důležitým identifikačním znakem jednotlivých virů. Zkouší se nejen u hlavního hostitele, ale i u hostitelů vedlejších, na nichž vznikají typické příznaky. Předpokladem úspěchu je neinfekčnost jedinců používaných k přenosům, jak je uvedeno na str. 575. Metody přenosu jsou popsány u přenosu viros vektory (str. 576).

Symptomatická diagnosa na diferenčních hostitelích

Symptomatická diagnosa na diferenčních hostitelích patří mezi nejběžnější a nejdůležitější metody užívané ve virologii. Postup záleží v přenosu viru mechanickou inokulací, hmyzem, roubem (očkem) nebo kokoticí na určité rostliny označené jako indikátorové, které na infekci určitým virem reagují zřetelnými a typickými příznaky. Podle typů symptomů vyvolaných na určitém hostiteli a podle specifické přenosnosti viru se dá často velmi spolehlivě usuzovat na druh, po případě i kmen viru. Správná diagnosa testování záleží pak hlavně na citlivosti použitých indikátorových rostlin; výběr těchto rostlin se řídí druhem testovaných virů. Nejčastěji používanými indikátory jsou: *Nicotiana tabacum* L. (zvláště odrůda Samsun), *N. longiflora* Cav., *N. silvestris* Speg. et Comes, *Gomphrena globosa* L., např. pro X virus bramborový a jiné viry (Wilkinson, Blodgett 1948, Köhler 1953), *Datura stramonium* L., *Datura tatula* L., např. pro svinutku brambor (Kassanis 1952), *Physalis floridana* Rydb. pro

*) Při pokusech s přenosem virosy semenem musí býti brán v úvahu rovněž přenos semenem jiných rostlin.

svinutku brambor (Kirkpatrick 1948) a pro S virus bramborový, *Ph. angulata* L., *Chenopodium quinoa* [např. pro *Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith-Uschdraweit 1955], *Chenopodium amaranticolor* Coste et Reyn pro bramborové viry X, Y a S, pro mosaiku tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], pro mosaiku okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith], pro virus bronzovitosti rajčat [*Lycopersicum virus 3* (Brittlebank) Smith], pro virus kroužkovité skvrnitosti tabáku [*Nicotiana virus 12* (Fromme) Smith] a pro další viry (Hollings 1956); *Solanum lycopersicum* L., *Capsicum annuum* L., *Fragaria vesca* L. pro virosy jahodníku (Demaree 1950), *Cucumis sativus* L. (zvláště odrůda Delicates), např. pro některé virosy peckovin (Willison 1951, Boyle et al. 1954), *Phaseolus vulgaris* L. (zvláště odrůda Saxa), *Spinacia oleracea* L., *Petunia hybr* Vilm. [např. pro *Lycopersicum virus 3* (Brittlebank) Smith], *Hellianthus annuus* L., některé nekulturní druhy rostlin, např. *Solanum demissum* (Lindl.), pro A virus bramborový [*Solanum virus 3* (Murphy et McKay) Smith] aj. Jako indikátorové rostliny mohou být použity též odrůdy testovaných rostlin zvláště citlivé na virus. Tak např. Maramorosch (1955) doporučuje jako vhodnou indikační rostlinu pro svinutku [*Solanum virus 14* (Appel, Quanjer) Smith] odrůdu Earlaine, která vyvolává na mladých sazenicích zřetelné symptomy již čtvrtý den po naočkování. Určitou rostlinu je možno užít jako indikátorovou ovšem jenom v těch případech, jestliže se symptomy virů vzájemně nepřekrývají.*)

Stanovení okruhu hostitelů

Stanovení okruhu hostitelů je důležitým činitelem při bližší diagnose jednotlivých viros, neboť v některých případech je jediným rozlišovacím znakem mezi různými kmeny téhož viru právě přenosnost jen na určité hostitelské rostliny. Ke zjišťování se používají všechny možné metody experimentálního přenosu; pro kontrolu se užívá zpětného přenosu na výchozí rostlinný druh, což je důležité nejen pro vyloučení spontánního přenosu, ale i pro zjištění eventuálního bezpříznakového onemocnění na jednotlivých rostlinných druzích. Kromě toho slouží uvedené stanovení hostitelských rostlin k získání dobře reagujícího hostitele pro určení fysikálních a jiných vlastností viru.

Preimunitní testy

Preimunitní testy jsou založeny na úkazu, že superinfikovaný virus je ve svém rozmnožování brzděn nebo úplně potlačen v rostlině, která byla primárně infikována (mechanicky inokulována) kmenem téhož viru, jestliže primárně infikovaný virus zcela prostoupil pletivo rostliny (Köhler 1955). Proto se preimunitní testy používají zvláště při takové identifikaci viru, kdy je nutno dokázat příbuznost symptomaticky odlišných kmenů nebo naopak druhově rozlišit viry symptomaticky podobné.**) Přestože se pre-

*) Při testování viros na indikátorových rostlinách je nutno dbáti toho, aby nenastaly takové podmínky, které by maskovaly virus. Proto indikátorové rostliny nesmějí býti nadvyživeny dusíkem.

**) Uvedená koncepce preimunity neodpovídá již plně poslednímu stavu znalosti o chování virů při smíšené infekci, takže preimunitní testy nemají dnes již ten význam, jak se předpokládalo.

imunitního testu používá hlavně u virů mechanicky přenosných, byly v některých případech touto metodou získány positivní výsledky i při použití savého hmyzu jako přenašeče (např. Baerecke 1955a).

K textům se většinou užívá mladých tabákových rostlin odrůdy Samsun, které se mechanicky infikují jedním ze zkoušených virů. Po vytvoření zřetelných symptomů (asi po 14 dnech) se na tutéž rostlinu nainfikuje (superinfikuje) virus druhý. Je-li tento virus kmenem původně naočkovaného viru, příznaky na rostlině se prakticky nemění, je-li však odlišným druhem, vytváří se na testovací rostlině odlišné symptomy směsi obou nainfikovaných virů. Ke kontrole se užívá stejně starých rostlin, které byly infikovány buď pouze prvním nebo pouze druhým virem, a to vždy v tom období, v němž byl konán základní pokus se superinfekcí. Pokus bývá ještě opakován s tou změnou, že pořadí inokulací se vymění, tzn. nejdříve se rostlina infikuje virem druhým a potom prvním. Výsledek má být stejný.

Stanovení tvaru a velikosti virových partikulí

Tvar a velikost virových částic jsou pokládány za velmi důležité znaky jednotlivých virů. Z toho důvodu bylo k jejich stanovení navrženo mnoho různých metod a technik.

Podstata starších metod

Podstata starších metod záležela v nepřímém zjišťování velikosti virových částic stanovením některých fysikálních vlastností virů v purifikovaných preparátech, zvláště stanovením jejich filtrability, difuse, sedimentace, viskosity nebo optických vlastností. Tak např. na velikost virových částic se usuzovalo z různých velikostí průduchů membránových filtrů, jimiž virus ještě procházel, nebo z měření rychlosti sedimentace částic purifikovaného viru odstřeďovaného za vysokých obrátek ultracentrifugou aj. Přestože se k jednotlivým testům často používalo nákladných aparatur, přesných měřicích metod a dosti složitých fysikálních a matematických postupů, výsledky měření nebyly přesné, neboť na velikost virů se usuzovalo z takových vlastností, které podléhají za různých podmínek různým těžko stanovitelným změnám. Jednotlivé metody jsou popsány v základních virologických příručkách (Bawden 1950, Ryžkov 1944, Smith K. M. 1951, Doerr a Hallauer 1944—1950).

Morfologické vyšetření virových částic elektronovým mikroskopem

Morfologické vyšetření virových částic elektronovým mikroskopem založené na snímkování objektu v proudu urychlených elektronů vysílaných katodou stalo se v poslední době nejdůležitější metodou na tomto úseku bádání. Odlišnost tohoto elektronoptického postupu od běžné optické mikroskopie si vynucuje použití odlišné preparační techniky, jejíž neustálé zdokonalování má pak hlavní podíl na rozvoji a zpřesnění elektronoptického zobrazování a měření virových partikulí. Kdežto u světelného mikroskopu jsou objekty při pozorování obklopeny celkem přirozenými podmínkami, preparáty pro elektronový mikroskop musí být vysušeny ve vakuu, což značně poškozuje strukturu objektu a znemožňuje (spolu s pů-

sobením elektronů) pozorování za živa. K vzniku dobrého elektronového obrazu je třeba zvýšit kontrast pozorovaného objektu nebo jeho mikroreliéfu; dosáhne se toho tzv. stíněním objektu kovem. Tento postup záleží v tom, že povrchový reliéf je pokryt šikmo nanesenou vrstvičkou těžkých atomů, čehož se prakticky dosáhne speciální pokovovací technikou (v principu jde o povlečení objektu slabou vrstvou kovu, který byl odpařován ve vakuu za vysokých teplot dosažených elektrickým proudem)*).

Šikmé pokovování virových částic má ten význam, že se jím dosáhne při zobrazení plastického účinku, neboť větší nános kovu na jedné straně zobrazené partikule vrhá stín. Z jeho délky a úhlu pokovování se může usuzovat na sílu objektu.

Při starší preparační technice docházelo pravidelně k lámání virových partikulí a k jejich nepravidelné agregaci, takže měření velikosti virů bylo značně nepřesné. Kromě toho bylo možno tímto způsobem proměřit jen takové viry, které se daly dostatečně purifikovat. Značné zlepšení v tomto směru přinesla exsudátová preparační metoda popsaná Johnsonem (1951), podle níž mohou být preparáty připraveny rychle a šetrně, takže se nepoškodí jednotlivé partikule. Podle této metody, která se osvědčuje zvláště k přípravě preparátů u vláknitých a tyčinkovitých virů (Brandes a Paul 1957), bylo zjištěno, že partikule jednotlivých virových druhů mají konstantní dimense (respektive dimensi pohybující se v konstantním rozmezí).

Dalšího podstatného pokroku v elektronové mikroskopii, dovolujícího zobrazování virů i v pletivech rostlin (např. Brandes 1956), bylo dosaženo jednak zdokonalenou mikrotonovou a fixační technikou, umožňující zhotovení ultratenkých řezů rostlinným orgánem aspoň o síle 0,1 μ (při zalévání do metakrylátů možno řezat až na sílu 0,02 μ), jednak novými preparačními technikami. Těmito postupy se elektronoptické vyšetřování rozšířilo i na viry nepřístupné běžným purifikačním metodám.

K rychlé identifikaci vláknitých a tyčinkovitých virů používá Brandes (1957) tzv. máčecí metody, která je velmi jednoduchá a hodí se např. ke zjišťování některých bramborových viru (X, Y, S) již na mladých klíčcích (týden až 14 dní starých) vyrostlých za tmy.

Zkoumané klíčky hlíz o velikosti 2—10 mm jsou opatrně odstraněny od hlízy (aby při tom nebyly znečištěny), načež spodní třetina klíčku je odříznuta sterilní žiletkou. Zbytek se potom pinsetou ponoří na 1—2 vteřiny do kapky vody, která je na preparačním stolku elektronového mikroskopu. Paralelní preparáty pro snímkování se získají odříznutím tenkých plátků rovnoběžně s původní řeznou plochou a opětovným namáčením do vodních kapek. Po zaschnutí preparátů je jako obvykle pokovováno šikmo nanesenou vrstvou. Podobně může být provedena manipulace při zkoušení viru v listech. V tomto případě se listová čepel namáčí do vodní kapky v místech, kde byla těsně předtím seříznuta. O využití a problematice elektronové mikroskopie ve virologii pojednává souborně např. Ruska (1950), Bode (1954, 1956), Stahmann a Kaesberg (1955), Price et al. (1946).

*) O principech elektronové mikroskopie, použití a popisu aparatury (elektronového mikroskopu), o jednotlivých metodách snímkování a preparace objektů pro mikroskopování pojednává všeobecně Wolfova mikrotechnika (Wolf 1954).

Stanovení biochemických vlastností virů a jejich látkového složení

Stanovení biochemických vlastností jednotlivých virů může sice zachytit rozdíly mezi biochemickými pochody u rostlin zdravých a virosních, nemůže však být spolehlivým diagnostickým znakem (např. Resühr 1942), neboť jednotlivé zkoušky jsou často zcela nespecifické, reagují stejně jak na působení patogena, tak i na změněné podmínky vnějšího prostředí. Tak například aktivita tyrosinasy se ukázala být nevhodným indikátorem virového onemocnění brambor, neboť její zvýšení (o stejnou hodnotu) může být prokázáno jak u hlíz virosních, skladovaných za studena, tak i hlíz zdravých, uložených za teplejších podmínek; také aktivita tohoto enzymu může být různá u různých odrůd nebo různých proveniencí (Jermoljev 1938). Mají-li mít proto jednotlivé testy aspoň srovnávací hodnotu, je třeba, aby byly konány vždy za konstantních podmínek.

Pozornost bývá zvláště věnována stanovení aktivity enzymů (zvláště oxydasy, peroxydasy, katalasy, amylasy, invertasy, tyrosinasy, polyfenoloxydasy aj.), stanovení množství cukru v listech (např. uzpůsobenou Fehlingovou nebo quajakovou reakcí — Schuster 1955), množství škrobu v pletivech (např. jodoškrobový test — viz str. 616), stanovení rozdílu v intensitě dýchání u zdravých a nemocných rostlin (na Warburgově přístroji — zjištěním aktivity dýchacích fermentů), stanovení popele, sušiny, obsahu dusíku (Schuphan 1950 b), množství hormonálních látek (Jahnel 1937) a vitaminů (viz str. 598) ve zdravých a nemocných pletivech, stanovení různé citlivosti virů vůči kyselinám a zásadám (Kausche 1938) apod. Jednotlivé metody zjišťování nejsou popisovány, neboť jsou převzaty z biochemie a analytické chemie, i když s určitými obměnami.

Stanovení biofysikálních vlastností virů

Může mít často stejně problematickou hodnotu pro diagnosu onemocnění jako stanovení biochemických a fysikálně chemických vlastností. Nezřídka bývají však tato stanovení značně důležitá při nejrůznějších experimentálních pracích základního významu.

Tak např. stanovení filtrability, sedimentace a difuse virů má význam zvláště při výzkumu rozměrů virových částic. Stanovení elektroforetické mobility virových bílkovin, jemuž je věnována celá řada prací (v naší literatuře např. Čech 1956, Závada 1955 aj.) je důležitá zvláště při isolaci virů.

Rovněž ze změn elektrické vodivosti šťávy (zjišťované např. konduktometricky) nebo z rozdílné permeability buněk u zdravých a nemocných rostlin dají se vyvozovati některé závěry, i když ne často zcela všeobecně platné.

PURIFIKACE VIRŮ A ISOLACE VIROVÝCH LINIÍ

Základní metody a principy purifikace virů

Získání viru v čistém stavu je nesmírně důležité nejen pro diagnostiku viros (zvláště sérologické testování labilních virů), ale i pro nesčetné další experimentální práce ve virologii. Vzhledem ke specifickým zvláštnostem

jednotlivých virů a k různé povaze hostitelské rostliny není však možno podat jednotný návod, jak purifikovat jednotlivé viry, nýbrž pouze základní zcela všeobecné směrnice a pravidla, které je nutno zvlášť upravovat od případu k případu. Zpravidla se postupuje jinak a využívá se jiných technik při čištění virů poměrně stálých než při čištění virů labilních nebo vysoce labilních.

Základní postup purifikace většiny rostlinných virů zahrnuje v sobě tyto fáze: 1. koncentrování viru v rostlině, 2. homogenisace rostlin a získání infekční šťávy, 3. předběžné přečištění šťávy odstraněním listových barviv a hrubých nečistot, 4. pufrování šťávy, 5. odstraňování inhibitorů a různých příměsí, 6. vzájemné oddělení normálnich a infekčních bílkovin.

Aby koncentrace viru v napadených rostlinách byla co největší, je důležité vypěstovat mladé rostliny v půdě s přebytkem dusíku, drasla a fosforu. Takové rostliny shromažďují totiž po napadení velmi dobře jednotlivé viry a zároveň obsahují menší množství různých příměsí než staré listy nebo než rostliny, které nebyly důkladně hnojeny. Koncentraci viru v rostlině je možno v některých případech a u některých virů zvýšit tím, že pokusné rostliny pěstujeme při nízké světelné intensitě anebo před isolací virů rostliny zatemňujeme. Tento postup pomáhá např. k vyčištění viru nekrosy tabáku [*Nicotiana virus 11* (Smith et Bald) Smith] — Bawden et Roberts 1948. Někdy je vhodné přenést napadené rostliny na 24—48 hodin do temnoty bezprostředně před otrháním listů. U virů, které jsou rozloženy převážně v listových čepelích, je výhodnější používat k extrakci šťávy z čepelů. Některé viry dosahují maximální koncentrace v listech za 14 dní po napadení, takže je výhodné získávat virus v této době (např. u viru kroužkovité mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 12* (Fromme) Smith] a u viru vojtěškové mosaiky [*Medicago virus 1* (Weimer) Smith]. Pokud to dovolí povaha virového onemocnění, je výhodné používat k přípravě purifikovaných virů jen nejmladší části rostlin, v jejichž buňkách jsou dosud malé vakuoly, neboť tím je dána menší možnost inaktivaci viru vakuolární šťávou.

O přípravě infekční šťávy a jejím přečištění od chlorofylu bylo pojednáno při přípravě antigenů*) (viz str. 582). Extrakce šťávy může být podporována některými enzymy. U virů labilních je nezřídka nutné, aby preparace virového materiálu byla prováděna při nízkých teplotách a rychle.

Aby se zabránilo destrukčnímu vlivu nevhodného pH na virové bílkoviny, rozemílá se rostlinný materiál za současného přidávání vhodného pufru anebo se nejprve z rostlin odlisuje nevhodná vakuolární kapalina**), čímž se umožní následné pufrování při homogenisaci rostlin. K pufrování se užívá většinou fosfátů. Potíže činí zvláště úprava pH u rostlin s kyselými rostlinnými šťávami, které mají pufrovací schopnost v oblasti pH 2,5 až 5,0, takže často není možno upravit výsledné pH na hodnotu pH 7,0 ani zředěným sekundárním fosfátem. V některých případech je nutno při preparaci čistých virů používat i bakteriální filtrace (viz str. 583).

---

*) Při přípravě antigenů u některých virů stačí, aby purifikačními postupy nebyla poškozena sérologická aktivita šťávy a nezáleží na tom, zda dojde zároveň k inaktivaci viru.

**) Vakuolární šťávu je možno z rostlin odlisovat za mírného tlaku při použití Chibgallovy etherové cytolysy: rostlinný materiál se ponoří do vody nasycené etherem asi na půl hodiny, po níž buněčné blány ztrácejí permeabilitu a rostlina křehkost.

K odstraňování látek, které by mohly denaturovat virové bílkoviny*), se používají různé protidenaturační prostředky, např. malé množství redukčních látek (viz str. 572), které se přidávají k rostlinnému materiálu často již při extrakci šťávy. Dalším postupem je nutno oddělit od bílkovin pektinové látky a hemicelulosy, což bývá většinou velmi obtížné. Někdy se k tomu používá vysolování síranem amonným, což je základem metody Pfankuchovy a Kauchovy (viz str. 582), užívané při čištění virových antigenů.

Vlastní purifikace se provádí nejrůznějšími metodami. První virus, který byl isolován, mosaika tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] byl z počátku purifikován chemickými metodami (Stanley 1935). Z běžných postupů, které se dále používají při purifikaci, nutno jmenovat ještě centrifugaci, po případě střídavé zmrazování rostlinné šťávy. Později bylo použito k purifikaci méně stálých virů metody frakcionované centrifugace (střídání cyklu nízkorychlostních a vysokorychlostních centrifugací — Stanley et Wyckoff 1937) v přiměřených rozpustidlech (pufrech) a při teplotách blízko 0^0 C, což se stalo standardním postupem. Nejnověji se při purifikaci labilních virů uplatnila metoda gradientní centrifugace (Brakke 1953) a gradientní elektrolysy (Brakke 1955).

Isolace virových linií

Protože některé důležité viry [např. *Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith nebo *Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith] vytvářejí zpravidla větší počet kmenů nebo variet, které se od sebe liší tvorbou symptomů a odchylkami v některých vlastnostech, po případě i v okruhu hostitelů, vzniká nezřídka potřeba tyto jednotlivé linie isolovat a kultivovat na rostlinách k přesnému pozorování.

Experimentální isolace linií je založena na principu vyvolání infekce jednotlivými virovými částicemi, přičemž ovšem je pravděpodobná domněnka, že linie vzniklé rozmnožováním jedné virové částice jsou homogenní.

Poměrně jednoduchá je tato isolace u virových druhů mechanicky přenosných šťávou, které vyvolávají na listech testovacích rostlin ložiska lokálních nekros.

Isolace se provádí tak, že listové pletivo se v místech vytvořené lokální skvrnky vysekne korkovrtem a po rozmačkání na podložním sklíčku s trochou vody se přenese nákaza (za použití karborundového prášku) na zdravou rostlinu. Na tento výsledek není ovšem možno plně spoléhat, neboť i ložiska primárních nekros mohou být nejednotná; Kunkel (1934) a jiní pouze připouštějí, že počet ložisek smíšeného charakteru je jenom malým procentem. Isolování se musí proto několikrát opakovat.

U četných virů, zvláště pokud vytvářejí na listech velké nekrotické plochy, se dá k isolaci čistého kmene s výhodou použít metoda Goldinova (Goldin 1956).

Isolace se provádí tak, že se z nekrotické části listu vyjme jedna žilka, asi 0,5 mm dlouhá, rozetře se s trochou vody na sklíčku a kašičkou se na-

*) Denaturace bílkovin bývá většinou provázena hnědnutím a zakalováním získaných roztoků.

očkuje zdravý list, nejlépe v místě probíhající žilky. Po několika dnech se z tohoto listu opět žilka vyjme, avšak ne přímo v naočkovaných místech, nýbrž v jejich sousedství. V této žilce jsou již velmi čisté viry, neboť jenom ty do ní mohly proniknout. Jestliže se postup několikrát opakuje, je možno získat čistý kmen viru i z větších nekrotických ploch, kde je téměř vždy nejednotná směs virů nebo jejich kmenů.

U virů, které nevytvářejí vůbec lokální nekrosy, vyžaduje isolace linií více práce a více použitého rostlinného materiálu. Infekční šťávou hrubě naočkujeme vždy po jednom listu na celé řadě rostlin, přičemž volíme takové zředění, aby se onemocnění vytvořilo nejvýše na $^1/_3$ listu. Z rostlin, u nichž se projeví souhlasné symptomy, se pak odebírá šťáva, která je základem pro nové zřeďovací kultury, z nichž mohou být potom naočkovány čisté linie (podle Köhlera a Klinkowského 1954).

Nejobtížnější je isolace linií u virových druhů, které nejsou mechanicky přenosné. Dá se ovšem provést jedině u virů, u nichž známe přenašeče. Isolace je založena na tom, že hmyz se nechává na infikovaných rostlinách jen tak krátkou dobu, která vůbec stačí na přenos viru (Giddings 1941).

KVANTITATIVNÍ METODY STANOVENÍ VIRŮ

Při studiu virů je nezřídka nutné zjistit i koncentraci viru v infekčním materiálu (tzv. titr viru — Bawden 1950). I když v poslední době byly propracovány některé velmi dobré metody ke stanovení počtu virových partikulí v určitém množství infekční šťávy (např. Steerova metoda — Steere 1952), dosud neexistuje postup, jímž by bylo možno zcela bezpečně zjistit absolutní koncentraci viru v rostlinné šťávě nebo počet skutečných infekčních jednotek v určitém množství této šťávy. Celkem spolehlivě je však možno srovnávat dva nebo více virových vzorků podle jejich vlastností, zvláště podle nakažlivosti, a určit tak relativní infektivitu virových preparátů.

Stanovení relativní infektivity virových preparátů biologickými metodami

Kvantitativní metody stanovení virů je možno rozdělit na postupy biologické a nebiologické. Biologické postupy jsou vhodné pouze k měření relativní infektivity dvou nebo více preparátů a musí být porovnány s materiálem, který je přezkoušen všemi nebiologickými způsoby. Proto je velmi důležité, aby biologické metody byly prováděny pokud možno přesně.

Používání systemických hostitelů pro určení koncentrace viru v rostlině, které bylo zavedeno v r. 1927, je v dnešní době nahrazováno postupy daleko přesnějšími. Při této metodě byla připravena řada roztoků výchozí šťávy, která obsahovala virus, a s těmito různými ředěními byly provedeny umělé infekce na různé množství rostlin. O koncentraci viru ve šťávě se usuzovalo podle počtu onemocnělých rostlin ve srovnání se standardním vzorkem. Při této metodě, kterou uvádí Holmes (1928) pro kvantitativní práce s virem mosaiky tabáku [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith], dochází k značným chybám, které vyplývají hlavně z nehomogennosti rostlin. Pro některé rostlinné viry zůstává však dosud jediným možným způsobem kvantitativního zkoušení (Steere 1955).

Metoda lokálních nekros

Byla využita po prvé Holmesem (1929), který zjistil, že na některých rostlinách (zvláště *Nicotiana glutinosa* L.) se po infekci virem neobjevuje systemické onemocnění, nýbrž drobné počitatelné nekrotické skvrnky („local lesions"), které se vytvářejí již po několika dnech v místě vniknutí viru (i jediné jeho partikule) do pletiva rostliny (obr. 223). Počet vytvořených nekros na inokulovaném listu je při správné aplikaci úměrný koncentraci viru v preparátu. V dnešní době patří tato metoda, při níž se využívá hypersensitivity některých druhů rostlin k určitým virům, mezi velmi užívané a přitom jednoduché metody pro stanovení relativní infektivity virových preparátů. Když použijeme pro lokální (nebo primární) nekrosy specifické hostitele, je možno touto metodou dosáhnout věrohodných výsledků již při malém počtu pokusných rostlin. Tak např. pro virus tabákové mosaiky [*Nicotiana virus 1* (Allard, Mayer) Smith] se užívá obvykle fazolí nebo *Nicotiana glutinosa* L. (jinde dělohy okurek, *Chenopodium quinoa, Gomphrena globosa* L. aj.). Při použití těchto rostlin je možno srovnávat dva i více virových preparátů na listech jedné a téže rostliny, což snižuje chyby vyvolané nehomogenitou použitých rostlin. Důležité je, aby inokulované listy reagovaly přibližně stejně. Je výhodné jeden den před inokulací rostliny osečkovat a zatemnit. Rostliny používané k testům mají být stejného věku a pěstovány za stejných podmínek. Více preparátů můžeme srovnávat podle latinského čtverce (Youden a Bealová 1934) což může být upraveno tak, že každá preparace se objevuje poměrně často na každé rostlině a v každé poloze listu. Tímto způsobem je snížena rozmanitá náchylnost různých rostlin a různých listů na rostlině na minimum. Máme-li dva preparáty, jeden se známým titrem viru a druhý se zkoumaným, je možno použít tzv. půllistové metody (Samuel a Bald 1933), která je velmi spolehlivá. Jednu polovinu listu potíráme virem kontrolním, druhou, protilehlou polovinu zkoušeným inokulem; dbáme toho, aby se oba preparáty při inokulaci neslily. Výhodné je natírat listy chomáčkem měkké tkaniny na podložce z filtračního papíru, do níž se vsaje přebytečné inokulum. Po aplikaci se listy opláchnou vodou. K inokulaci nevybíráme listy, které jsou příliš mladé nebo které již nerostou. V každé sérii je nutno provést (podle materiálu) tolik inokulací párů polovice listů, aby výsledek bylo možno statisticky zhodnotit. Doporučitelná je zejména analysa variací (Yuden a Bealová 1934). Proto

223. Primární lokální nekrosy na listu *Nicotiana glutinosa* po infekci virem tabákové mosaiky.
Orig. Brčák

je metoda lokálních nekros často používána ke statistickým analysám při nejrůznějších experimentálních pracích s viry (např. Spencer a Price 1943, Kleczkowski 1955), ovšem jenom u takových virů, které se přenášejí mechanickou inokulací.

Jodoškrobový test

Pro ověření ložisek primární nákazy ještě před tvorbou lokálních skvrnek vypracoval Holmes (1931) tzv. jodoškrobový test, který je založen na účinku virů na synthesu a translokaci uhlohydrátů. Lokální skvrnky bývají při těchto testech snadněji počitatelné, avšak zkouška vyžaduje poměrně mnoho času a pečlivou kontrolu, takže pozbývá na významu.

Metody přenosu hmyzem

Hodí se v některých případech rovněž k určování relativní infektivity virových preparátů. Používá se hlavně tří postupů: Při prvním se zjišťuje procento hmyzu, který se stává viruliferním po velmi krátkém období sání na určité části hostitelské rostliny (Sylvestr 1953). Druhý postup, kterého bylo užito pro virus vrcholové kadeřavosti (curly top) na řepě [*Beta virus 1* (Boncquet a Hartung) Smith], je založen na schopnosti hmyzového vektora (*Circulifer tenellus* Baker) sát membránou a získat tak virus z živné suspense (Bennet 1935, Bennet a Wallace 1938). Třetí postup zahrnuje injekce virových suspensí do abdomenu křísků (Black a Brakke 1952, Maramorosch 1950, 1952) — viz též str. 576.

Metody přenosu roubem

[jsou pro kvantitativní účely nepoužitelné (Steere 1955)].

Kvantitativní testy nebiologické

Moderními nebiologickými metodami je možno poměrně velmi přesně určit obsah virových částiček (tzv. charakteristických částic — Steere 1955) v určité suspensi. Zásadní nevýhodou všech těchto metod je však to, že jimi nelze rozeznat, které z částic jsou infekční a které neinfekční. Proto mohou být nebiologické metody použity pouze jako doplňkové a kontrolní k metodám biologickým, což však jim neubírá nikterak na důležitosti. Kombinací obou těchto skupin metod je pak možno získat nejvěrohodnější výsledky, zvláště jsou-li pro jednotlivé případy voleny metody nejlépe vyhovující.

Z nebiologických metod se uplatňují pro kvantitativní stanovení virů nejvíce metody sérologické (Bealová 1931), zvláště pak tzv. kvantitativní test precipitační, jímž lze rychle a přesně určit relativní kvantitu viru v různých částech rostliny. Zjišťování se provádí dvěma způsoby: určuje se buď titr precipitinu (tj. nejvyšší zředění, při němž se vytvoří precipitát po dané době inkubace antisérem), anebo optimální bod precipitace (tj. takový poměr antigenu a antiséra, při němž se precipitát tvoří nejrychleji). První test je spolehlivější, druhý rychlejší (Bawden 1950).

Metody sčítání částeček

Množství viru v určitém preparátu se zjišťuje elektronovým mikroskopem. Patří mezi nejcitlivější a nejpřesnější kvantitativní metody; mají ovšem nevýhody společné ostatním, nebiologickým metodám. Metoda Steerova (Steere 1952) je založena na součtu délek elektronopticky zobrazených partikulí viru, Backus (1952) jemně rozptyluje suspensi obsahující infekční materiál na síťky pokryté kolodiem připravené pro elektronové mikroskopování. Metody jsou výhodné v tom, že jimi možno vyzkoušet i poměrně nečisté preparáty, ovšem za předpokladu, že částečky jsou elektronopticky prokazatelné v typické formě.

Nejstarší z nebiologických metod záleží na stanovení sušiny čištěných virů. Nevýhodou tohoto postupu je nemožnost určit přimíšené nečistoty.

Z ostatních metod byly v poslední době použity ke kvantitativnímu zjištění jednotlivých virů různé metody chemické, kolorimetrické (Lojkinová a Bealová 1944, Folin a Ciocalteu 1927), stanovení křivky optické density (Schlegel a Rawlins 1953, Takahashi 1951) a stanovení kritického bodu zředění při refrakci (Takahashi a Rawlins 1935).

UCHOVÁVÁNÍ VIROVÉHO MATERIÁLU

Pro experimentální práce s viry je třeba velmi často udržovat virový materiál delší dobu beze změny, tj. beze ztráty infekčnosti a ostatních charakteristických vlastností viru. K tomuto účelu bývá používáno obvykle pasážování viru hostitelskými rostlinami. Mnohem výhodnější pěstování viru na rostlinných explantátech se nedaří přes některé úspěchy dosud tak, aby se mohlo stát všeobecně užívanou technikou. Jestliže stačí uchovat virus jen na krátký čas anebo bez ztráty pouze některých jeho vlastností (zvláště bez ztráty sérologické aktivity), osvědčuje se uchování virového materiálu buď chemickou konservací, anebo použitím nízkých teplot. Ze všech možností, které máme dnes k disposici pro udržování virových materiálů na delší dobu, je nejvhodnější vysušování preparátů vakuovou sublimací za zmrazeného stavu, které bývá někdy označováno jako lyofilisace.

Uchování viru pasážováním

Patří mezi velmi rozšířené techniky a je používáno k různým účelům. V podstatě jde o přenášení viru na receptivní hostitelské rostliny, opakované vždy po určitých intervalech. Pro tyto práce je značně důležitý výběr vhodné indikátorové rostliny. V některých případech je nutno pro přenesení viru na určitého hostitele užít „přemostění" přes jinou rostlinu.

Pasážování viru hostitelskými rostlinami má na jedné straně četné nevýhody, na druhé straně však i určité výhody. S výhodou bývá pasážování používáno tehdy, jestliže chceme zvýšit nebo snížit patogenitu určitého virového kmenu, anebo záměrně přeměnit určitý virový kmen na kmen jiný. Tato výhoda je nevýhodou tehdy, když chceme udržet virus delší dobu beze změny, neboť častým přenášením viru dochází ke změnám jeho charakteristických vlastností a nezřídka i k úplné přeměně virového kme-

ne, neboť virus se stále více přizpůsobuje novému prostředí. Další nevýhodou častého pasážování je velká spotřeba pokusného materiálu (zvláště je-li nutno přechovávat větší množství viru) a časová náročnost, která vyniká zvláště tehdy, když je po provedené pasáži nutno virus znova isolovat.

Pěstování viru v rostlinných explantátech a kulturách pletiv in vitro

Vzhledem ke svým specifickým vlastnostem se viry nedají pěstovat v neživých médiích in vitro, nýbrž jejich kultivace se daří jedině na živých substrátech*). Z tohoto důvodu je žádoucí zvláště kultivace virů v rostlinných explantátech. První úspěšné pokusy v tomto směru provedl White (1934), který na kořenových explantátech rajčete udržoval a množil virus tabákové mosaiky [*Nicotiana virus 1* (Mayer) Smith] a virus mosaiky okurek [*Cucumis virus 1* (Doolittle) Smith]. Morelovi (1948) se později podařilo pěstovat tyto dva viry v kalusovém pletivu onemocnělého tabáku.

Infekce zdravé kultury rostlinných explantátů virem se daří mnohem obtížněji a kultivace nemívá obvykle dlouhou dobu trvání (Ségrétain 1943). Jako agarové živné medium pro rostlinné explantáty se užívá Knopova roztoku doplněného mikroelementy ve formě Bertheletova roztoku s přídavkem glukosy a růstového stimulátoru**) (cit. podle Petrů a Řetovského, 1956). Infekce zdravé kultury explantátu se provádí asepticky obvyklými metodami inokulačními (např. za použití karborunda, roztíráním virosní šťávy po povrchu explantátu aj.). Metodiky na zakládání kultur rostlinných explantátů a na získávání kultur jednotlivých pletiv popisuje a shrnuje publikace Petrů a Řetovského, 1956.

Pěstování virů v kulturách pletiv in vitro (v tkáňových kulturách) nemá význam pouze z hlediska experimentálního pro dlouhodobé udržování viru, nýbrž dá se v některých případech využít i pro čistě praktické účely značného ekonomického dosahu. Pokusy bylo totiž prokázáno, že je možné speciální kultivací apikálních meristémů prostých viru získat z vegetačních vrcholů celou zdravou rostlinu. Konkrétně byly učiněny zdařilé pokusy regenerovat pomocí meristematických kultur poměrně snadno bramborové odrůdy, které byly chronickými nosiči různých viros (Morel a Martin 1955).

Metoda ozdravění rostlin napadených virosami pomocí meristematických kultur, která byla použita též u jiřin (Morel a Martin 1952), je založena na známém faktu, že virus není v nemocné rostlině přítomen ve všech buňkách a že vegetační vrcholy nebo meristémy jsou obvykle viru prosty. Speciální technika upravená pro pěstování apikálních meristémů bramborových rostlin in vitro záleží v isolaci vegetačního vrcholu u klíčků a v přenesení odděleného meristematického pletiva na povrch živného

---

*) O aseptickou kultivaci hostitelských rostlin na agaru a jejich infekci virem se pokusila Svobodová (1954) ve svých pracích se změnou viru.

**) Např. pro živné medium k pěstování kalusového pletiva tabáku onemocnělého *Nicotiana virus 1* (Mayer) Smith bylo ze stimulátorů růstu použito kyseliny naftyloctové v koncentraci 5×10^{-7} g, pro pasáže na agarové půdě (Knopova půda modifikovaná Bertheletem a Gautheretem) byl přidáván heteroauxin v koncentraci 0,1 mg v litru (Morel 1947).

prostředí. Postup vychází od klíčků dlouhých 2—3 cm, které se povrchově důkladně sterilují a podrobí isolaci vegetačního vrcholu pod binokulárním mikroskopem. Při této operaci se jemnými nůžkami a jehlou vypreparuje jeden zárodek listu po druhém, až se objeví meristém, který se od sousedních pletiv oddělí čtyřmi řezy na sebe kolmými a přenese se na povrch živného prostředí (Knopův roztok s přídavkem 2 % sacharosy a směsi vitaminů skupiny B). Meristematický fragment se z počátku rychle vyvíjí, načež po určité době klidu (asi 2—3 měsíce) začne vytvářet mladé lodyžky a pak kořínky. Aseptickým řízkováním in vitro je pak možno získat z těchto mladých jedinců velký počet rostlinek, které je možno záhy přesázet do hrnků s půdou. Aby bylo při přechodu z umělého prostředí do přirozeného zabráněno značným ztrátám na pokusném materiálu, roubují se fragmenty lodyh z těchto rostlinek na zdravé bramborové semenáče anebo ještě lépe do rozštěpu na zdravá rajčata, na nichž rychle rostou. Asi za měsíc po naroubování je možno začít s řízkováním. Řízky dobře koření a vytvářejí během vegetace 4—6 malých hlíz, kterých je možno v dalším roce použít jako matečných rostlin. Podrobněji popisuje metodu Morel a Martin (1955).

Udržování virového materiálu chemickou konservací a nízkými teplotami

Udržování virového materiálu uchováváním při nízkých teplotách může být jenom krátkodobé (nezřídka bývá počítáno jen na hodiny) a užívá se např. mezi jednotlivými pasážemi viru hostitelskými rostlinami nebo při uchovávání virových antigenů mezi jednotlivými intervaly imunisace zvířat. Mají-li se virové preparáty udržet na delší dobu (několik týdnů až měsíců), je nutno často přistoupit k chemické konservaci virového materiálu, po případě spojit tento způsob uchování viru s použitím nízkých teplot. Tyto způsoby, které nezřídka záhy poškozují některé vlastnosti virových preparátů, se dosud uplatňují při uchování diagnostických antisér, kdy hlavním požadavkem je udržení sérologických vlastností aspoň přes mimovegetační dobu (na dobu 6—10 měsíců). Četné způsoby konservace virového materiálu (zvláště sérologického) popisuje v naší odborné literatuře Jermoljev a Hruška (1947), Jermoljev a Zadina (1956) a Jermoljev a Průša (1955), Styk (1954).

Lyofilisace virového materiálu

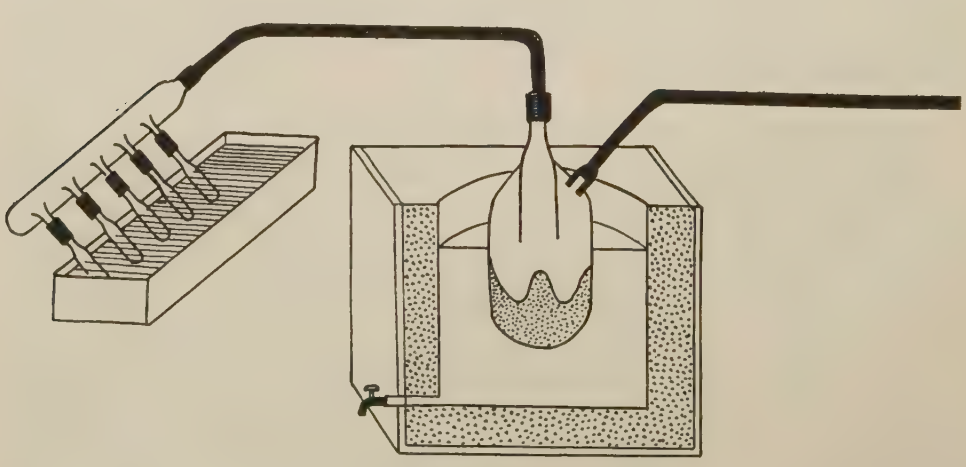
Jednou z nejvhodnějších metod k dlouhodobému uchování biologického materiálu je v dnešní době vysušování vakuovou sublimací za zmrazeného stavu. U bílkovin a jiných labilních substancí, a tudíž i u virových preparátů se tento způsob nahrazuje isolací látek z roztoku odpařením (vakuovou sublimací) rozpustidla. Na podkladě tohoto způsobu isolace bylo vypracováno mnoho metod, které se vzájemně liší hlavně způsobem jímání a odstraňování vysublimované tekutiny [např. adsorpcí na vhodnou chemikálii (dessikans) nebo vysrážením vysublimovaných par na povrchu chladného kondensátoru (vlastní lyofilisace), po případě strhováním par do oleje vývěvy, který cirkuluje v aparatuře (cit. podle Hradce a Duška 1954)].

Princip lyofilisace je v tom, že vysušovaný roztok se zmrazí v tenké

stejnoměrné vrstvě na stěně nádoby a rozpustidlo se odstraní pomocí vysokého vakua, takže v nádobě zůstane vysušená substance v práškovité formě. Kromě posledních stadií vysušování nestoupne při této metodice teplota nikdy nad bod tání, takže roztok po celou dobu sušení nerozmrzne. Jako zdroj nízké teploty se obvykle používá mrazicí směs suchého ledu s nějakým organickým rozpustidlem, z nichž je nejvhodnější aceton, méně již ethylalkohol, neboť postup trvá déle.

Pro lyofilisaci byly navrženy četné aparatury, z nichž mnohé jsou velmi nákladné buď v pořizovací hodnotě, nebo v provozu, po případě jinak provozně neuspokojují. Každý přístroj se skládá v podstatě ze tří částí, a to z nádoby pro zmrazovaný materiál (např. ampulky zavedené na sušicí rukověť, zkumavky v exsikátoru aj.), z kondensátoru, v němž se zachycují vysublimované páry ze zmrzlého preparátu a konečně z kvalitní olejové vývěvy, která udržuje při lyofilisaci v celém přístroji dostatečné vakuum. Schematicky je lyofilisační aparatura znázorněna na obr. 224.

Jednoduchý a v provozu lyofilisační přístroj pro malou kapacitu navrhli Hradec a Dušek (1954). Tento přístroj se skládá z trubice zakončené dole jádrem normálního zábrusu (70/60) pro upevnění recipientu s vysušovanou látkou. Uvnitř probíhá užší trubice dole uzavřená a konicky zašpičatělá, představující kondensátor naplněný mrazicí směsí, na jehož zevních stěnách se srážejí v podobě ledu páry rozpustidla vysublimované ze sušeného roztoku. Tento kondensátor je nahoře nataven na zevní trubici přístroje, z níž při horním okraji vychází nástavec pro připojení skleněného vedení nebo vakuové hadice rotační vývěvy. Kondensátor přístroje přesahuje svou dolní kuželovitou částí dolní okraj přístroje a zasahuje až do recipientu vysušované látky, aby dráha vysublimovaných par rozpouštědla byla co nejkratší. Jako recipientu vysušované substance se používá širokohrdlé baňky s kulatým dnem obsahu 1—2 l, nahoře s pláštěm normálního zábrusu 70/60 k nasazení na přístroj. Přístroj je znázorněn na obr. 225.

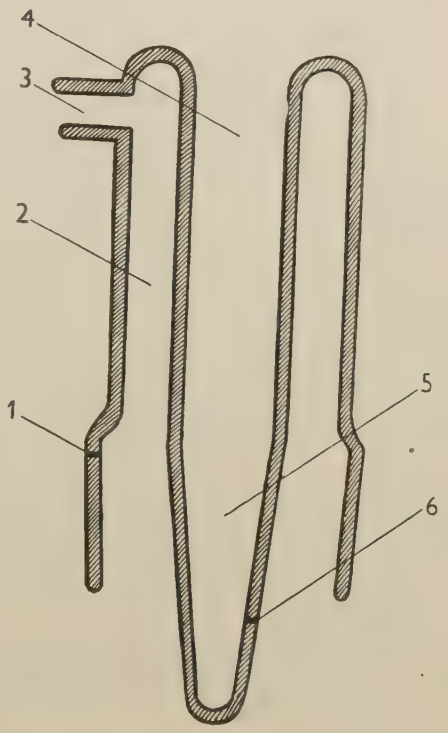


224. Schema lyofilisačního přístroje.

Podle Styka

Pracovní postup lyofilisace v přístroji podle Hradce a Duška

Baňka přístroje se naplní lyofilisovaným roztokem (maximálně asi 130 ml do 1litrové baňky, 180 až 200 ml do baňky 2litrové), který se předběžně zmrazí tak, aby vysušovaný roztok zmrzl v tenké (2—4 mm silné) stejnoměrné vrstvě na stěnách nádoby. Proto rotujeme naplněnou baňkou v mrazicí směsi acetonu se suchým ledem, a to nejlépe pomocí elektrické míchačky, přičemž baňka je s míchačkou spojena přesně vycentrovaným zábrusem otáčejícím se na ose elektromotorku. Zároveň naplníme kondensační trubici přístroje mrazicí směsí. Po dokonalém zmrazení obsahu recipientu (asi po 10—15 minutách) skončíme rotaci v mrazicím roztoku a připojíme baňku k lyofilisačnímu přístroji. Zapneme olejovou vývěvu a pečujeme o dokonalé vychlazení kondensátoru občasným přidáním suchého ledu do mrazicí směsi. (Aby se dosáhlo lepší tepelné isolace obalu kondensátoru, uzavíráme jej nahoře vatou.) Po dosažení nutného stupně vyčerpání (asi za 10—20 minut podle výkonu použité vývěvy — rotační olejová vývěva má dosahovat vakua nejméně 0,02 mm Hg) pozorujeme usazování vysublimované páry rozpustidla v podobě lehké námrazy na kuželovité části kondensátoru. Od této chvíle je možno průběh vysušování urychlit ponořením recipientu do nádoby s vlažnou vodou (20—30° C), která se po ochlazení vyměňuje. Když vysušovaná látka v baňce nabude vzhledu jemně rozptýleného prášku, můžeme pokládat sušicí proces za ukončený. Přístroj necháme však potom ještě asi 30 minut v běhu, abychom odstranili všechny stopy vlhkosti. Nakonec zastavíme olejovou vývěvu, kapilárním kohoutkem opatrně vpustíme vzduch do aparatury a sejmeme baňku s vyšetřovanou látkou s přístroje. Vysušená substance se uchovává v nádobě dobře uzavřené. Předpokladem správného průběhu lyofilisace je dokonalé chlazení kondensátoru přístroje a udržení dostatečného vakua při lyofilisaci.



225. Lyofilisační přístroj podle Hradce a Duška. *1.* Jádro zábrusu pro nasazení recipicutu. *2.* Evakuovaný prostor mezi zevní stěnou přístroje a kondensátorem. *3.* Trubice pro připojení k vývěvě. *4.* Trubice kondesátoru pro suchý led. *5.* Vlastní vymrazovací stěna kondensátoru.

Artschwager E., Starret R. C.: Histological and cytological changes of sugar-beet seedlings affected with curly top. J. agr. Res. 53: 637—657, 1936.

Backus R. C.: Spraying of particulate suspension containing infective materials for electron micrographie analysis. Science 115: 246—248, 1952.

Baerecke M. L.: Versuche zur Isolierung von Stämmen des Blattrollvirus. Züchter 25: 67—69, 1955a.

Baerecke M. L.: Der Nachweis der Blattrollinfektion bei Kartoffeln durch ein neues Färbeverfahren. Züchter 25: 309—313, 1955b.

Bartels R.: Der serologische Nachweis des X virus in Lichtkeimen der Kartoffeln. NachrBl. dtsch. PflSchDienst. Stuttgart, 7: 43, 1955.

Bawden F. C.: Infra-red photography and plant virus diseases. Nature 132: 168, 1933.

Bawden F. C.: Plant viruses and virus diseases. Waltham Mass., 1950.

Bawden F. C., Roberts F. M.: Photosynthesis and predisposition of plants to infection with certain viruses. Ann. appl. Biol. 35: 418, 1948. Cit. podle Suchova (1956).

Beale Purdy H.: The serum reactions as an aid in the study of filtrable viruses of plants. Contrib. Boyce Thompson Inst. 6: 407—435, 1931.

Bennet C. W.: Studies on properties of the curly top virus. J. agr. Res. 50: 211 až 241, 1935.

Bennet C. W.: Acquisition and transmission of viruses by dodder (*Cuscuta subinclusa*). Phytopathology 30: 2, 1940.

Bennet C. W., Wallace H. E.: Relation of the curly top virus to the vector, *Eutettix tenellus.* J. agr. Res. 56: 31—51, 1938.

Bercks R.: Über die Haltbarkeit von angetrockneten Seren. Phytopath. Z 25: 445 až 447, 1956.

Best R. J.: Studies on a fluorescent substance present in plants. Austr. J. exp. Biol. Med. Sci. 14: 199, 1936. Cit. podle Köhlera a Klinkowskiho, 1954.

Best R. J.: The distribution of scopoletin in tobacco plants and some hypotheses on its part in metabolism. Austr. J. exp. Biol. 26: 233, 1948. Cit. dle Köhlera a Klinkowskiho, 1954.

Björklund B.: Specific inhibition of precipitation as an aid in antigen analysis with gel diffusion method. Proc. Soc. exp. Biol. Med. 79: 319—324, 1952a. Cit. podle van Slogterena D., 1954b.

Björklund B.: Serological analysis of components in homopoietic tissue. Proc. Soc. exp. Biol. Med. 79: 324—328, 1952b. Cit. podle van Slogterena D., 1954b.

Black L. M.: Concepts and problems concerning purification on labile insect-transmitted plant viruses. Phytopathology 45: 208—216, 1955.

Black L. M., Brakke M. K.: Multiplication of wound-tumor virus in an insect vector. Phytopathology 42: 269—273, 1952.

Black L., Brakke M. K.: Serological reactions of a plant virus transmitted by leafhoppers. Phytopathology (Abstr.) 44: 482, 1954.

Blattný C.: Komplexní zkoušky šlechtitelského materiálu bramborů základních stupňů. Sborník „Virové choroby", Praha 1955.

Blattný C., Limberk J.: Implantace úlomků pletiv jako způsob pro přenos stolburu. Preslia 28: 413—414, 1956.

Bode O.: Das Elektronenmikroskop im Dienste der pflanzlichen Virusforschung. Mitt. Biol. Bundesantallt, Berlin-Dahlem, Heft 81, 43—51, 1954.

Bode O.: Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung von Kartoffelpflanzen auf Blattrollbefall nach dem Fuchsintest. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart 7: 45, 1955.

Bode O.: Über die Möglichkeiten u. Grenzen der Elektronenmikroskopie bei morfologischen Untersuchungen an Pflanzenviren. Angew. Bot. 30: 147—151, 1956.

Boyle J. S., Moore J. D., Keit G.: Cucumber as a plant host in stone fruit virus research. Phytopathology 44: 303—312, 1954.

Brakke M. K.: Zonal separations by density gradient centrifugation. Arch. Biochem. Biofys. 45: 275—290, 1953.

Brakke M. K.: Zone electroforesis of dyes, proteins and viruses in density - gradient columns of sucrose solutions. Arch. Biochem. Biofys. 55: 175—190, 1955.

Brandes J.: Über das Aussehen und die Verteilung des Tabakmosaikvirus im Blattgewebe. Phytopath. Z. 26: 93—106, 1956.

Brandes J.: Eine elektronenmikroskopische Schnellmethode zum Nachweis faden- und stäbchenförmiger Viren, insbesondere in Kartoffeldunkelkeimem. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart, 9: 151—152, 1957.
Brandes J., Paul H. L.: Das Elektronenmikroskop als Hilfsmittel bei der Diagnose pflanzlicher Virosen. Arch. Mikrobiol. 26: 358—368, 1957.
Brčák J., Pintera A.: Přenosná silonová klícka na savý hmyz, přenášející virosy rostlin. Zoologické a entomologické listy 2 (16): 209—212, 1953.
Brehmer von, Rochlin E.: Histologische und mikrochemische Untersuchungen über pathologische Gewebeveränderungen viruskranker Kartoffelstauden. Phytopath. Z. 3: 471—478, 1931.
Bystrický B.: Filtrovanie vírusového materiálu. Laboratorné metódy vo virologii, 143 až 184. Bratislava 1954.
Cadman C. H.: Studies in the *Rubus virus diseases.* I. A. latent virus of Norfolk Giant Raspberry. Ann. appl. Biol. 38: 801—811, 1951.
Carter W.: A technique for use with homopterous vectors of plant disease, with special reference to the sugar beet leaf hopper, *Eutettix tenellus Baker.* J. agric. Res. 34: 449—451, 1927.
Carter W.: An improvement in the technique for feeding homopterous insects. Phytopathology 18: 246—247, 1928a.
Carter W.: Transmission of the virus of curly top of sugar beets through different solutions. Phytopathology 18: 675—690, 1928b.
Cavelti P. A.: The technic of colodion particle agglutination. J. Immunol. 57: 141 až 154, 1947.
Cochran G. W.: The „dodder graft", a new method of using dodder to transmit plant viruses. Phytopathology 37: 5, 1947.
Čech M.: O preparaci rostlinných bílkovin a možnosti používání volné Tiseliovy elektroforesy k diagnostice patologických stavů rostlin. Sborník „Virové choroby" ČSAZV a SAV, Praha, 2: 8—11, 1956.
Dale H. H.: J. Pharm. exp. Ther. 4: 167, 1913. Cit. K. M. Smith, 1951.
Demaree J. B.: Fragaria vesca as an index plant for some virus diseases of Strawberry. Phytopathology 40: 870, 1950.
Doerr R., Hallauer C.: Handbuch der Virusforschung. Wien, 1944—1950.
Dufrénoy J.: Études cytologiques relatives aux maladies à virus. Phytopath. Z. 1: 151—167, 1929.
Dufrenoy J.: Quelques découvertes récentes sur les virus des plantes. Rev. hortic., Paris 123: 415—417, 1951.
Dunin M. S., Popova N. N.: Kapelnyj metod analiza virusov v rastenijevodstve. Moskva, 1937.
Eicke R., Bode O.: Zur Betrachtung von Virussymptomen im ultravioletten Licht. Arch. ges. Virusforschung 3: 327, 1947. Cit. podle Köhlera a Klinkowského, 1954.
Esau K.: Phloem anatomy of tobacco affected with curly top and mosaic. Hilgardia 13: 437—490, 1941.
Folin O., Ciocalteu V.: On tyrosine and tryptophane determinations. J. biol. Chem. 73: 627—650, 1927.
Fraser R. D. B.: Infrared dichroism of tobacco mosaic virus protein. Nature 170: 491, 1952.
Friedrich H.: Eine neue Farbreaktion zur Diagnose des Abbaugrades der Kartoffelknolle. Phytopath. Z. 11: 202—206, 1938.
Giddings N. J.: Strain combinations of curly-top virus. Phytopathology 31: 8, 1941.
Goldin M. I.: Virusnyje vključenija v rastitelnoj kletke. Moskva 1954a.
Goldin M. I.: Ljuminiscentno-mikroskopičeskij analiz virusnych vključenij v rastitelnoj kletke. Doklady AN SSSR 95: 657—659, 1954b.
Goldin M. I.: Novyj metod razdelenija virusov rastenij. Doklady AN SSSR 108: 151 až 152, 1956.
Goret P.: Adsorption du virus de la maladie de Carre sur hydroxyde d'alluminium. Ann. Inst. Pasteur, 72: 53, 1946.
Hamilton M. A.: Notes on the culturing of insects for virus work. Ann. appl. Biol. 17: 3, 1930.
Harris R. V.: Grafting as a method for investigating a possible virus disease of the strawberry. J. Pom. Hort. Sci. 10: 35—41, 1932.
Harris R. V.: Mosaic disease of the Raspberry in Great Britain. II. Experiments by transmission and symptom analysis. J. Pom. Hort. Sci. 17: 318—343, 1940.

Heilmann U.: Über den Nachweis von Blattrollvirus in Kartoffelknollen mit Hilfe eines Fluorescenz-Farbstoffes. NachrBl. dtsch. PflSchDienst. Stuttgart 7: 44 až 45, 1955.
Hein A.: Beiträge zur Kenntnis der Viruskrankheiten an Unkräutern. I. Das Malvavirus. Phytopath. Z. 28: 205—234, 1957.
Heinze K.: Versuche zur Übertragung des Blattrollvirus des Kartoffeln in den Überträger (Myzodes persicae Sulz) mit Injektionsverfahren. Phytopath. Z. 25: 103 až 105, 1956.
Helebrant L.: Virosy ovocných stromů a keřů. Dipl. práce biol. fak. Karl. univ. Praha, 1957.
Henderson W. J.: Indexing as a control measure for the yellow dwarf disease of onions. Phytopathology 20: 115, 1930.
Hofferbert W., zu Putlitz G.: Neue Erkentnisse und Erfahrungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffel. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart, Jhg. 7: Beilage zum Nr. 7, 1955.
Herbst W.: Ultrarot spektroskopische Untersuchung an gesunden und viruskranken Kartoffeln. Z. PflKrankh. 62: 370—375, 1955.
Hollings M.: Chenopodium amaranticolor as a test plant for plant viruses. Plant Pathology 5: 57—60, 1956.
Holmes F. O.: Accuracy on quantitative work with tobacco mosaic virus. Bot. Gaz. 86: 66—81, 1928.
Holmes F. O.: Local lesions in tobacco mosaic. Bot. Gaz. 87: 39—55, 1929.
Holmes F. O.: Local lesions of mosaic in *Nicotiana tabacum* L. Contrib. Boyce Thompson Inst. 3: 163—172, 1931. (Cit. podle Bawdena 1950.)
Hradec J., Dušek Z.: Lyofilisace a její použití v laboratoři. Časopis lékařů českých 93: 181—183, 1954.
Chester K. S.: Specific quantitative neutralisation of the viruses of tobacco mosaic. tobacco ringspot and cucumber mosaic by immune sera. Phytopathology 24: 1180 až 1202, 1934.
Chester K. S.: Serological evidence in plant-virus classification. Phytopathology 25: 686—701, 1935.
Chester K. S.: Liberation of neutralized virus and antibody from antiserum-virus precipitates. Phytopathology 26: 949—964, 1936.
Chester K. S.: A simple and rapid method for identifying plant viruses in the field. Phytopathology 27: 722—729, 1937.
Jahnel H.: Wuchsstoffuntersuchungen an abbaukranken Kartoffeln. Phytopath. Z. 10: 113—117, 1937.
Jermoljev E.: Tyrosinasa jako indikátor zdravotního stavu bramborových hlíz. Bramborářství a průmysl. Příloha Bramborářský a lihovarský archiv 2: 21—25, 1938.
Jermoljev E.: Stanovení rostlinných virů sérologickou reakcí vazby komplementu. Sborník ČSAZV 25: 211—218, 1952.
Jermoljev E., Hruška L.: Určování virových chorob bramborů metodou sérologickou. Bramborářství a průmysl. Příloha Bramborářský a lihovarský archiv 3: 33—36, 1939.
Jermoljev E., Hruška L.: Sérologická metoda určování virových chorob u bramborů. Sborník výzkumných ústavů zemědělských ČSR, sv. 178, 1947.
Jermoljev E., Průša V.: Zdokonalení výroby a konservace antisér proti rostlinným virům. Sborník ČSAZV (Rostl. výroba). 28: 951—958, 1955.
Jermoljev E., Průša V.: Diagnostika virové svinutky u brambor. Čs. biologie 6: 441 až 448, 1957.
Jermoljev E., Zadina J.: Hodnocení bramborů v moderním šlechtění. Praha 1956.
Johnson J.: The classification of plant viruses. Agric. Exp. Sta. Univ. Wisconsin Res. Bull. 76, 1927.
Johnson J.: Virous particles in various plant species and tissues. Phytopathology 41: 78—93, 1951.
Kassanis B.: Neutralisation of some plant viruses by rabbit sera. Brit. J. exp. Path. 24: 152—159, 1943. Cit. podle: Smith K. H., 1951.
Kassanis B.: Some factors affecing the transmission of leaf-roll virus by aphids. Ann. appl. Biol. 39: 157—167, 1952.
Kausche G. A.: Über die Trennung von Virusgemischen auf Grund der unterschiedlichen Säuren-Basenempflindlichkeit ihrer Komponenten. Angew. Bot. 20: 246 až 256, 1938.

Kausche G. A., Pfankuch E., Ruska H.: Die Sichtbarmachung von pflanzlichem Virus im Übermikroskop. Naturwissenschaften 27: 292—297, 1939.
Kavina K.: Anatomie rostlin. 2. vyd. Praha 1950.
Kirkpatrick H. C.: Indicator plant for studies with the leaf-roll virus of potatoes. Amer. Potato J. 25: 283—290, 1948.
Kirkpatrick H. C., Lindner R. C.: A rapid spectrophotometric assay for some plant viruses. Phytopathology 44: 525—529, 1954.
Kleczkowski A.: The statistical analysis of plant virus assays: a transformation to include lesion numbres with small means. J. gen. Microbiol. 13: 91—98, 1955.
Kleczkowski A.: A preliminary study of tobacco mosaic virus by the gel diffusion precipitin tests. J. gen. Microbiol. 16: 405—417, 1957.
Köhler E.: Der Nachweis von Virusinfektionen am Kartoffelpflanzgut mit der Stecklingsprobe. Züchter, 7: 62—65, 1935.
Köhler E.: Gomphrena globosa als Wirtspflanze verschiedener Mosaikviren, NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart 5: 21—22, 1953.
Köhler E.: Wurzelbildung und Scheinmosaik an Blättern von Gomphrena globosa. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart, 6: 29, 1954.
Köhler E.: Beitrag zum Präimunitätsproblem. Studien am Tabakmosaik. Phytopath. Z. 23: 323—327, 1955.
Köhler E.: Über die Ausbreitung von Mosaikviren in der Tabakpflanze I. Das Verhalten der Kartoffelviren X und Y. Phytopath. Z. 26: 147—160, 1956.
Köhler E., Klinkowski M.: Viruskrankheiten. Handbuch d. Pflanzenkrankheiten. II. Bd., I. Lief. 6. Aufl. Berlin 1954.
Kotila J. E.: Experiments with the tuber-index method of controlling virus diseases of potatoes. Agric. Exp. Stat. Michigan State Coll. techn. Bull. 117, 1931.
Kozłowska A.: Badanie utajonego virusa X ziemniaków wiązania dopełniacza. Bull. Internat. de l'acad. polonaise 66—84, 1950.
Kunkel L. O.: Studies on acquired immunity with tobacco and aucuba mosaics. Phytopathology 24: 437—466, 1934.
Legg J. T.: A combined aspirator and feeding cage for the collection and testing of insects as vectors of plant viruses. Nature 176: 609, 1955.
Limasset P., Cornuet P., Martin C.: Le diagnostic sérologique de la mosaique du dahlia. Proc. conf. potato virus dis. Wageningen-Lisse (1951), 59—62, 1952.
Lindner R. C.: Science 107: 17—19, 1948. Podle Dufrénoye 1951.
Lindner R. C., Kirkpatrick H. C., Weeks T. E.: Ultraviolet absorption spectra as a tool for diagnosing plant virus diseases. Science 115: 496—499, 1952.
Lindner R. C., Weeks T. E., Kirkpatrick H. C.: Studies on a color test for stone fruit virus diseases. Phytopathology 41: 897—902, 1951.
Lojkin M. E., Beale Purdy H.: A colorimetric method for the quantitative determination of minute amounts of tobacco mosaic virus and for the differentiation between some of its strains. Contrib. Boyce Thompson Inst. 13: 337—354, 1944.
Maj Z.: Metody serologiczne badania virusa X w ziemniakach. Rocz. Nauk rol. 77: 45—55, 1956.
Maramorosch K.: Effect of dosage on length of incubation period of aster-yellow virus in its vector. Proc. Soc. exp. Biol. Med. N. Y. 75: 744, 1950.
Maramorosch K.: A simple needle for microinjections. Nature, Lond. 167: 734, 1951.
Maramorosch K.: Direct evidence for the multiplication of aster yellow virus in its insect vector. Phytopathology 42: 59—64, 1952.
Maramorosch K.: Use of carbon dioxyde as an anesthetic in insect vector work. U. S. Dept. Agr., Pl. Dis. Reptr. 37: 352—353, 1953. Cit. podle Blacka, 1955.
Maramorosch K.: Seedlings of *Solanum tuberosum* L. as indicator plants for potato leafroll virus. Amer. Potato J. 32: 49—50, 1955.
Maramorosch K.: Semiautomatic equipment for injecting insects with measured amounts of liquids containing viruses or toxic substances. Phytopathology 46: 188—190, 1956.
Maramorosch K., Brakke M. K., Black L. M.: Mechanical transmission of a plant tumor virus to an insect vector. Science 110: 162—163, 1949.
Martin C., Quemener J.: Sur un test colorimétrique permettant la détection des maladies à virus chez la pomme de terre et sur quelques symptomes intéressantes dus à ces virus. Pomme d. Terre franc. 19: č. 202, str. 10—12, 1956.
Milovidov P.: Zur Theorie und Technik der Nuklearfärbung. Protoplasma 25: 570, 1936.

Milovidov P.: O nukleární reakci mosaikového viru bramborů. Ochrana rostlin 19/20: 20—26, 1946/47.
Mišiga S., Valenta V.: Prenos virusu stolburu prostrednictvom niektorých druhov kukučin. Biológia 12: 652—666, 1957.
Moericke V.: Über den Nachweis der Blattrollkrankheit in Kartoffelknollen durch den Resorcintest. Phytopath. Z. 24: 462—464, 1955.
Moorhead E. L.: Serological studies of viruses infecting the cereal crops. I. A comparison of barley stripe mosaic virus isolated by means of the complement-fixation technique. Phytopathology 46: 498—501, 1956.
Moorhead E. L., Price W. C.: A new serological test for tobacco mosaic virus. Phytopathology 43: 73—77, 1953.
Morel G.: Recherches sur la culture associée de parasites obligatoires et de tissus végétaux. Ann. Epiphyt. 14: 127—234, 1948.
Morel G.: Transformations des cultures de tissus de vigne produites par l'hétéro-auxine. C. R. Soc. Biol. 141: 280—282, 1947. Cit. podle Petrů a Řetovského, 1956.
Morel G., Martin C.: Guérison de dahlias atteints d'une maladie à virus. C. R. Acad. Sc. 235, 1324; 1952. Cit. podle: Morel et Martin, 1955.
Morel G., Martin C.: Guérison de pommes de terre atteintes de maladies à virus. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie d'Agriculture de France, č. 10, 472—474, 1955.
Natti J. J., Ross A. F.: Branch-trace necrosis, a symptom of potato leafroll virus infection. Amer. Potato J. 31: 12—19, 1954.
Ouchterlony O.: An in vitro test of the toxin-producing capacity of *Corynebacterium diphteriae.* The Lancet 256: 346—348, 1949. Cit. podle van Slogterena D., 1954b.
Paul H. L.: Spektralphotometrische Untersuchungen über die Virusvermehrung in Tabak. Phytopath. Z. 28: 307—318, 1957.
Petrů E., Řetovský R.: Rostlinné explantáty. Praha 1956.
Pfankuch E., Kausche G. A.: Über Darstellung, Eigenschaften und quantitative Bestimmung von Tabakmosaikvirus und Kartoffel X-virus und ihre physikochemische Differenzierung. Biochem. Z. 299: 334—345, 1938.
Pozděna J.: Vakuová infiltrace rostlinných virů. Čs. biologie 2: 232—235, 1953.
Pozděna J.: O nevhodnosti užití papírových vložek do Seitzových filtrů v rostlinné virologii. Sborník „Virové choroby" str. 3, Praha 1956.
Pozděna J.: Příspěvek k diagnostice virosy smrku. Kand. dis. práce. Biol. ústav ČSAZV, Praha 1957.
Pozděna J., Čech M., Blattný C.: Studie o antigenních vlastnostech viru kadeřavosti chmele. Preslia 28: 23—33, 1956.
Pozděna J., Hervert V., Blattný C.: Tabák jako polní test zdravotního stavu bramborů a vhodnosti polohy — zejména po stránce aphidologické — při získání bramborové sádě. Čs. biologie 1: 313—320, 1952.
Price W. C., Williams R. C., Wyckoff R. W. G.: Electron micrographs of crystalline plant viruses. Arch. Biochem. 9: 175—185, 1946.
Quantz L.: Ein Schalentest zum Schnellnachweis des gewöhnlichen Bohnenmosaikvirus (*Phaseolus virus*). NachBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart 9: 71—74, 1957.
Rawlins T. E., Tompkins C. M.: Studies on the effect of carborundum as an abrasive in plant virus inoculation. Phytopathology 26: 578—587, 1936.
Rawlins T. E., Tompkins C. M.: Carborundum for plant-virus inoculations. Phytopathology 30: 185—186, 1940.
Resühr B.: Zur Chemie der Symptombildung viruskranker Pflanzen. Z. PflKrankh. 52: 63—83, 1942.
Richardson L. T., Racicot H. N.: The comparative efficiency of tuber indexing and tuber unit planting in the elimination of virus diseases from seed potatoes. Amer. Potato J. 28: 765—775, 1951.
Riker A. J., Riker R. S.: Introduction to research of plant diseases. Wisconsin 1936.
Roland G.: Sur l'identification du virus A. Parasitica 12: 125—128, 1956.
Rüppold H.: Ein Beitrag zur Methodik der Blattlauskultur. Beitr. Entomol. 4: 546 až 552, 1954.
Ruska H.: Die Elektronenmikroskopie in der Virusforschung. Handbuch des Virusforschung von Doerr u. Hallauer. II. Ergänz. Bd., Wien 1950.
Ryžkov V. L.: Priroda filtrujuščichsja virusov i virusnyje bolezni rastenij. Moskva 1939.
Ryžkov V. L.: Osnovy učenija o virusnych boleznjach rastenij. Moskva 1944.

Salk J. E., Laurent A. M.: The use of adjuvants in studies on influenza immunisation. I. Measurements in monkeys of the dimensions of antigenicity of virus-mineral oil emulsions. J. Exp. Med. 95: 429—447, 1952.
Samuel G., Bald J. G.: On the use of the primary lesions in quantitative work with two plant viruses. Ann. appl. Biol. 20: 70—90, 1933.
Segrétain G.: Culture d'un virus et son inoculation sur des fragments de tiges de tabac cultivés in vitro. Ann. Inst. Pasteur 69: 61—63, 1943.
Scheffield F. L. M.: Value of phloem necrosis in the diagnosis of potato leaf-roll. Ann. appl. Biol. 30: 131—136, 1943.
Schlegel D. E., Rawlins T. E.: A comparison of two methods of preparing tobacco mosaic virus for spectrophotometric essay. Phytopathology 43: 89—91, 1953.
Schmelzer K.: Beiträge zur Kenntnis der Übertragbarkeit von Viren durch Cuscuta-Arten, Phytopath. Z. 28: 1—56, 1957.
Schneider H.: Anatomy of bucksin-diseased peach and cherry. Phytopathology 35: 610—635, 1945.
Schuphan W.: Eine kolorimetrische Schnellmethode (modificierter Tryptophan-Schnelltest) zur Unterscheidung gesunder und viruskranker Kartoffeln. Z. PflKrankh., 57: 408—414, 1950a.
Schuphan W.: Ein Beitrag zum N-Haushalt gesunder und viruskranker Kartoffelknollen unter besonderer Berücksichtigung des Gehaltes an exogenen Aminosäuren. Z. f. PflKrankh. 57: 321—326, 1950b.
Schuster G.: Erörterungen über den mit der sog. Fehlingschen Reaktion erreichten Stand der Virusdiagnostik an Kartoffelknollen. Kongressbericht des Pflanzenschutzkongresses, Berlin vom 11. bis 16. Juli 1955, 97—104, 1955.
Schuster G.: Zum Kallosetest für den Virusnachweis an Kartoffeln. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Berlin 10: 243—250, 1956.
Silberschmidt K.: Studien zum Nachweis von Antikörpern in Pflanzen. Beiträge Biol. Pfl. 20: 105—178, 1933. Cit. podle: Smith K. M., 1951.
Slogteren D. H. M. van: Serological microreactions with plant viruses under paraffin oil. Proc. of the second conference on Potato virus diseases. Lisse-Wageningen, 25.—29. June 1954: 51—54, 1954a.
Slogteren D. H. M. van: Serological analysis of some plant viruses with the gel-diffusion method. Proc. of the second conference on potato virus diseases. Lisse-Wageningen, 25.—29. June 1954: 45—50, 1954b.
Slogteren E. van: De Beteknis van de serologie voor het virussonderzoek. Tijdschr. PlZiekt. 49: 1—21, 1943.
Slogteren E. van: The serological diagnosis of plant diseases caused by viruses. Report Thirteenth Int. Horticultural congres 1952. (Cit. podle: van Slogteren D., 1954a.)
Smith K. M.: Recent advances in the study of plant viruses. London 1951.
Spencer E. L., Price W. C.: Accuracy of the local-lesion method for measuring virus activity. I. Tobacco-mosaic virus. Amer. J. Bot. 30: 280—290, 1943.
Spooner E. T. C., Bawden F. C.: Experiments on the serological reactions of the potato virus X. Brit. J. exp. Path. 16: 218—230, 1935. Cit. podle: Smith K. M., 1951.
Sprau F.: Pathologische Gewebeveränderungen durch das Blattrollvirus bei der Kartoffel und ihr färbetechnischer Nachweis. Ber. dtsch. Bot. Gesellsch. 68: 239—246, 1955.
Stahmann M. A., Kaesberg P.: Concepts and problems concerning the electron microscopy of plant viruses. Phytopathology 45: 187—195, 1955.
Stanley W. M.: Chemical studies on the virus of tobacco mosaic. I. Some effects of trypsin. Phytopathology 24: 1055—1085, 1934.
Stanley W. M.: Isolation of a crystalline protein possesing the properties of tobacco mosaic virus. Science 81: 644—645, 1935.
Stanley W. M., Wyckoff R. W. G.: The isolation of tobacco ring spot and other virus proteins by ultracentrifugation. Science 85: 181—183, 1937.
Stapp C., Bartels R.: Der serologische Nachweis des X virus in Dunkelkeimen der Kartoffelknolle. Züchter 20: 42—47, 1950.
Stapp C., Bartels R.: Ein weiterer Beitrag zum serologischen Nachweis des X virus in Kartoffeldunkelkeimen. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart, 3: 145 až 147, 1951.
Stapp C., Bartels R.: Fortgeführte Untersuchungen über den Nachweis des X virus in Kartoffeldunkelkeimen. Züchter 22: 298—303, 1952.
Stapp C., Bercks R.: Zur Frage des serologischen Nachweises von Kartoffelviren. Arb. biol. Reichsanst. 23: 21—30, 1940.

Stapp C., Bercks R.: Über weitere Antrocknungsversuche mit Seren gegen Kartoffelviren. Phytopath. Z. 15: 47—63, 1948/49.
Stapp C., Marcus O.: Beiträge zur weiteren Vereinfachung der serologischen Diagnose. Zbl. Bakt. I. Abt. 106: 465, 1944.
Stárka J.: Mikrobiologická laboratorní technika. Skripta. Praha 1952.
Steere R. L.: Virus increment curves obtained from counts of particles in clarified plant juice. Amer. J. Bot. 39: 211—220, 1952.
Steere R. L.: Concepts and problems concerning the assay of plant viruses. Phytopathology 45: 196—208, 1955.
Storey H. H.: The filtration of the virus of streak disease of maize. Ann. appl. Biol. 19: 1—5, 1932.
Styk B.: Úschova virusového materiálu. Laboratórne metody vo virologii, 149—152. Bratislava 1954.
Suchov K. S.: Virusy. Moskva 1956.
Svedborg T., Pedersen K. O.: Die Ultracentrifuge. Leipzig 1940.
Svobodová J.: Pěstování rostlin na mikrozáhonu a asepticky na agaru (in vitro) jako příspěvek k metodice změny virů. Čs. biologie, 3: 371—375, 1954.
Sylvestr E. S.: Brassica nigra virus transmission. Some vector-virus-host plant relationships. Phytopathology 43: 209—214, 1953.
Takahashi W. N.: Ultraviolet absorption as a measure of tobacco-mosaic virus nucleoprotein. Phytopathology 41: 142—145, 1951.
Takahashi W. N., Rawlins T. E.: The relation of stream double refraction to tobacco mosaic virus. Science 81: 299—300, 1935.
Uschdraweit H. A.: Chenopodium quinoa als Testpflanze für das Gurkenmosaik. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart, 7: 151—152, 1955.
Vovk A. M.: O kristalličeskich vključenijach *Cucumis virus 2.* Trudy Inst. Genet. A. N. SSSR 15: 203, 1948. Citováno podle Suchova, 1956.
Wagner V., Rejholec V., Mandelíková Z., Křížová A.: Kolodiová aglutinace. Čsl. biologie 1: 376—382, 1952.
Wenzl H.: Die Gesundheitsprüfung von Kartoffelsaatgut nach dem Igel — Lange Test. Das Förderungsdienst 3: 71—74, 1956a.
Wenzl H.: Die Diagnose der Fadenkeimigkeit an ungekeimten Kartoffelknollen mittels der Kallose-Reaktion. PflSch. Ber. 16: 21—35, 1956b.
Wetter C.: Serologische Untersuchungen über Verteilung und Konzentration des S virus in Kartoffelpflanzen. NachrBl. dtsch. PflSchDienst., Stuttgart 9: 82—84, 1957.
White P. R.: Multiplication of the viruses of tobacco and aucuba mosaic in growing excised tomato roots. Phytopathology 24: 1003—1011, 1934.
Wilkinson R. E., Blodgett F. M.: Gomphrena globosa, a useful plant for qualitative and quantitative work with potato virus X. Phytopathology 38: 28 (abstr.), 1948.
Willison R. S.: The effects of some stone fruit viruses on cucumber. Plant Dis. Reptr. 35: 254—255, 1951.
Wolcyrz S., Black L. M.: Serology of potato yellow dwarf virus. Phytopathology 46: 32, 1956.
Wolf J.: Mikroskopická technika optická a elektronová pro biologické účely. Díl III., Elektronový mikroskop a jeho užití. Praha 1954.
Youden W. J., Beale Purdy H.: A statistical study of the local lesion method for estimating tobacco mosaic virus. Contrib. Boyce Thompson Inst. 6: 437—454, 1934.
Závada J.: Stolbur. Papírová elektroforesa nukleinových kyselin z infikovaných rostlin. Dipl. práce biol. fak. Karl. univ., Praha 1955.
Zech H., Vogt-Köhne L.: Ultraviolettmikrospektrographische Untersuchungen an Tabakmosaikvirus in situ. Naturwissensch. 42: 337—339, 1955.

Úvod
do studia literatury
a jejího používání

ÚVOD DO STUDIA LITERATURY, VEDENÍ A ZHODNOCENÍ POKUSŮ A POZOROVÁNÍ

Na začátku každé vědecké práce musí být myšlenka, určující její cíl. Málokdy si pracovník vybere thema sám: obvykle je dáno požadavky praxe nebo potřebou rozvinout výzkum určitým směrem. Thema musí být přesně určeno a má obsahovat jednu nebo více reálných hypothes, které mohou být výsledky pokusů nebo pozorování jasně zodpovězeny (např.: zda přípravek XY, který má dobré fungicidní účinky, nepůsobí fytotoxicky na určitou rostlinu). Zároveň musí být thema dostatečně široké, aby z něho vyplývala řada dalších otázek, které by umožnily pokračovat ve výzkumu a hlouběji thema propracovat (v uvedeném případě: jaké jsou nejvhodnější dávky, roční období, způsoby aplikace, koncentrace přípravku, jak rychle a účinně hubí původce choroby? jaký je ekonomický efekt zásahu? jak proniká přípravek do rostliny? jak je v ní distribuován? jakým způsobem ovlivňuje nebo narušuje její růst, nasazování na květ, velikost a kvalitu plodů? jak zasahuje do metabolismu rostliny? apod.). Příliš kuse a nejasně stanovené thema (např.: použitelnost přípravku XY v ochraně rostlin) může vést k roztříštění výzkumu na řadu podružných problémů, v nichž hlavní cíl práce zanikne. Příliš podrobně stanovené, úzké thema zase snižuje iniciativu pracovníka a může vést k neúspěchu celé práce, která pro nějaké (např. technické, metodické, klimatické) potíže nemohla být předpokládaným způsobem provedena a úzké thema neposkytlo možnost řešit daný úkol z jiného hlediska.

I když bylo thema zadáno na základě předběžné znalosti problematiky a základní literatury, nelze ihned určit podrobný plán celé výzkumné práce. Mohlo by se stát, že bychom znovu a znovu „objevovali Ameriku", pracovali zastaralými metodami, pracně zkoumali otázky, jejichž řešení je bezvýznamné. Proto je třeba hned zpočátku dokonale prostudovat příslušnou literaturu.

STUDIUM LITERATURY

Představa vědce, který nestuduje literaturu, je i pro laika absurdní. Ku podivu však je i v odborných kruzích někdy běžný názor, že lze ve výzkumu pracovat se znalostí jen jednoho cizího jazyka (popř. jen s jazykem mateřským!). První přiblížení k vážné výzkumné práci však ukáže, že se nelze obejít bez dostatečné aktivní znalosti (tj. číst a dorozumět se) ruštiny a jednoho dalšího světového jazyka (angličtiny, němčiny nebo francouzštiny). Další dva světové jazyky musí pracovník ovládat pasivně, tj. musí umět číst a překládat z nich do češtiny nebo slovenštiny odborné texty.

Tyto znalosti nelze nahradit sebelepšími dokumentačními středisky nebo překladatelskými odděleními (jaké je např. v Čs. akademii zemědělských věd). Málo překladatelů je současně dobrými znalci určité problematiky, zejména překladatelé s pouze filologickými znalostmi mohou zanést do textu mnoho omylů. Redigované překladové časopisy [„Mezinárodní zemědělský časopis", „Zemědělství v zahraničí", cyklostylovaná „Věda a výzkum" (vydává Čs. akademie zemědělských věd) aj.] mohou uveřejnit jen omezené množství překladů. Překladatelských služeb musíme užít jen při méně běžných jazycích (španělština, italština, maďarština, severské jazyky, čínština apod.), ač při studiu některého dlouhodobého problému, pro nějž jsou světovými odborníky příslušníci těchto národů, se vyplatí naučit se příslušnému jazyku.

Než začneme studovat potřebnou literaturu, musíme si uvědomit, že při fytopatologickém výzkumu pracujeme vždy se dvěma základními složkami: parasitem a hostitelem. Je proto třeba seznámit se nejen s taxonomií a určováním, morfologií, fysiologií a ekologií houbového parasita, ale i s hlavními hostitelskými rostlinami a dalšími hostiteli, s jejich fysiologií a agrotechnikou, odrůdovými rozdíly apod. Speciální themata si vyžádají ještě další znalosti, např. z oboru chemie pesticidních přípravků, mechanisace zásahů na ochranu rostlin. Zvláštní pozornost musíme věnovat metodám mikroskopickým, chemickým a biologickým, laboratorním testům a speciálním uspořádáním polních pokusů — podle cílů našeho výzkumu.

Nejdříve je třeba zvládnout základní literaturu, připravit literární podklad pro plán práce; to nazýváme literární rešerší (výzkum písemnictví). Během experimentální práce nebo pozorování pak tuto rešerši doplňujeme, hlavně nově vycházejícími publikacemi. To je průběžné studium literatury (viz str. 651).

Jak tento základní úkol zvládnout? Čím začít? Můžeme uvést několik hlavních postupů, které se při literární rešerši vždy různě kombinují (jak je vidět též v prolínající se thematice jednotlivých částí této kapitoly).

Způsoby literární rešerše

Kompendia a přehledné referáty

Nejběžnější a nejosvědčenější je vycházet ze souborných děl, rozsáhlých příruček a učebnic (Handbuch, Encyklopedia, Methodenbuch aj. — viz str. 671 a n.), které uvádějí u jednotlivých kapitol základní seznam speciální literatury. Zejména jsou v nich citovány souborné (přehledné) referáty, v západní literatuře označované obvykle jako „review", které monograficky zpracovávají určité thema a obsahují většinou rozsáhlé seznamy původní literatury. Souborným referátům jsou v zahraničí věnovány celé časopisy (Botanical Review, Quarterly Review of Biology, Uspechi sovremennoj biologii aj.) nebo ročenky (Annual Review of Microbiology, Annual Review of Plant Physiology, Annual Review of Biochemistry, Advances in Virus Research, Advances in Agronomy, Fortschritte der Botanik aj.). U nás jsou souborné referáty uveřejňovány pouze v časopisech sloužících i jinému účelu (např. v Přehledu zemědělské literatury, Chemii).

Postup studia je tedy takový: od základní příručky (např. této knihy) přes souborné referáty (nebo přímo) k původním pracím. Zásadně postu-

pujeme od nejnovější literatury ke starším publikacím. I když v experimentálních biologických oborech literatura rychle zastará (zejména literatura metodického charakteru), jsou starší práce opomíjeny často neprávem. Jejich studium je ovšem obtížnější, protože obsahují obvykle řadu dnes již zastaralých a vyvrácených názorů, mezi nimiž však bývají skryty důležité poznatky. Proto je výhodný postup studia od novějšího ke staršímu, při kterém se dostáváme k starší literatuře už se znalostí současného stavu věci. Z hlediska systematiky určité houby je ovšem studium starších literárních pramenů vždy nezbytné.

Bibliografické a dokumentační časopisy

Množství odborných článků, které na světě vycházejí, se rok od roku zvyšuje. V roce 1957 zachytil americký bibliografický časopis „Bibliography of Agriculture" 98 409 článků ze všech oborů zemědělství, sovětský „Referativnyj žurnal-biologija" 103 445 článků pouze z oborů biologických (bez biochemie). Tato čísla zcela jistě nezachycují úplnou roční světovou produkci. Dnes již tedy není možné, aby každý pracovník prohlížel sám všechny časopisy, uveřejňující články z jeho oboru. Potřebuje proto rychlou a stručnou informaci o nové literatuře. Tu mu poskytují bibliografické a dokumentační časopisy.

S pomocí mnoha dokumentačních pracovníků je ve všech průmyslově a vědecky vyspělých státech vydávána řada bibliografických a dokumentačních časopisů. Bibliografické časopisy uvádějí jen základní údaje o literatuře [jména autorů, název článku, časopis a přesná lokalizace článku (svazek, číslo, strana)], roztříděné podle hlavních oborů nebo podrobněji. V dokumentačních (referátových) časopisech (Abstracts, Zentralblatt, Referativnyj žurnal, Bulletin signalétique) je k těmto údajům připojen ještě stručný obsah článku (dokumentační záznam, abstrakt, anotace, krátký referát, excerpt).

Záznamy v těchto časopisech podávají přehled o světové literatuře, určují, kde nové publikace hledat, na jakých problémech se kde pracuje. Nelze však v nich vidět náhražku původní literatury ve stručné formě! Tento nešvar se v posledních letech dost rozmáhá, ač je někdy původcem chybných odkazů v literatuře. Časopisy jsou pouze prvním informátorem a sítem, které rozděluje literaturu na články důležité pro určitého pracovníka, jejichž originály vyhledá a prostuduje, a na publikace pro jeho problém nevýznamné. Jako náhražka originálu mohou dokumentační záznamy sloužit jen u nedostupných pramenů a je na to třeba výslovně poukázat v každé zprávě, kterou o výzkumu podáváme (obvykle uvedeme: „cit. podle Biol. Abstr. 30: 2713, 1956").

Pro fytopatology je nejdůležitější anglická „Review of applied Mycology" (obr. 226) a německá Bibliographie d. Pflanzenschutzliteratur. U mnoha problémů se však pouze s ní nemůžeme spokojit: musíme užít speciálních dokumentačních časopisů biologických (Referativnyj žurnal — biologija, Biological Abstracts), chemických (Referativnyj žurnal — biologičeskaja chimija, Chemical Abstracts, Chemisches Zentralblatt) nebo zemědělských (stručně je o nich pojednáno jinde — Šesták 1957b). Přehled bibliografických a dokumentačních časopisů je na str. 662; časopisy důležité pro fytopatologa jsou označeny hvězdičkou (*).

chlorophenol [cf. 30, p. 552; 33, p. 270] as a wood preservative has been noticed from another source [34, p. 331].

The southern yellow pine stake tests at Bogalusa, Louisiana, and Saucier, Mississippi [loc. cit.], carried out by the Dow Chemical Co. and Chapman Chemical Co., are discussed in detail. It is concluded that the service life of pentachlorophenol-treated wood when in contact with the ground is greatly influenced by the petroleum solvent, the performance of the wood being, in general, positively correlated with the distillation range of the latter. Characteristics of the carrier, such as aromatic content, pentachlorophenol solvency, gravity, viscosity, and flash point, seem unimportant.

HATFIELD (I.). **Advances in the field of wood preservation in the United States in 1954–55.**—*For. Prod. J.*, 6, 2, pp. 59–62, 1956.

In this review (based on 16 contributions to the relevant literature) the author summarizes and discusses up-to-date information on the increased use of preservative-treated wood; the growing public consciousness of its value; new products and treating techniques; special research projects; new uses for treated wood; and wood-preserving association activities.

Holzschutzlehrgang im Deggendorf. [Wood preservation curriculum at Deggendorf.]—*Pflanzenschutz*, 8, 12, pp. 157–169, 13 figs., 1956.

On 23rd October, 1956, a course of lectures on wood preservation, organized by the Bavarian Institute for Agriculture and Plant Protection, was delivered at Deggendorf, Lower Bavaria, Germany. An introductory survey of the scope and objects of the curriculum by G. BACHTHALER (pp. 157–159) is followed by contributions from H. STEINBERG (pp. 159–162) on the prevention and control of damage to constructional timber by insects and fungi, including *Merulius lacrymans*, *Polyporus vaporarius* [*Poria vaporaria*], the cellar fungus [*Coniophora puteana*], and [unspecified] blue stain organisms; W. ZIMMERMANN (pp. 162–165) on wood preservatives, grouped according to their application for specific purposes; E. GIESEKING (pp. 165–168) on the legal and technical aspects (from the client's standpoint) of superstructural timber preservation in conformity with DIN 68,800; and W. ZIMMERMANN (pp. 168–169) on the toxicology of wood preservatives and hygienic precautions to be observed in handling them.

SASAKI (T.). **Wood-rotting fungi collected in the Tokyo University forest in Chiba prefecture.**—*Bull. Tokyo Univ. For.*, 46, pp. 181–192, 1954. [Japanese, with English summary.]

This paper lists 100 species of 47 genera of wood-rotting fungi of Corticiaceae, Polyporaceae, and related families collected in the Tokyo University Forest, Japan, which is on the Pacific coast of Honshu near the northern limit of the warm temperate forest climax (mean annual rainfall 2,368 mm.), but with many southern species represented. The trees were predominantly oak (*Cyclobalanopsis* [*Quercus*] *stenophylla*).

SHIMAZONO (H.) & MATSUOKA (S.). **Variation of the moisture content and loss in weight of wood in the decay-resistance test.**—*J. Jap. Wood Res. Soc.*, 2, 2, pp. 69–72, 1956. [Japanese, with English summary. Abs. in *For. Abstr.*, 18, 1, p. 130, 1957.]

Cubes of sapwood 2 cm. square, of *Fagus crenata* [*F. sieboldii*: 33, p. 416], *Cryptomeria japonica*, and *Pinus densiflora* were subjected to decay tests by *Poria vaporaria* [33, p. 393] and *Polystictus versicolor* [32, p. 292 and next abstract].

226. Stránka z mykologického dokumentárního časopisu „Review of applied Mycology".
(Přetištěno s laskavým svolením Commonwealth Mycolog. Institute, Kew.)

Při základní literární rešerši využijeme podrobných věcných rejstříků, které většina těchto časopisů vydává ke každému ročníku (Review of Applied Mycology, Biological Abstracts, Chemical Abstracts aj.). V rejstříku vyhledáme úzce vymezená hesla, která nás zajímají. U nich jsou připojena čísla bibliografických nebo dokumentačních záznamů nebo stránky, na kterých najdeme v daném ročníku hledané záznamy. Tyto rejstříky bývají velice podrobné a uvádějí věcně správná hesla, vycházejí však obvykle s velkým zpožděním (1½ až 3 roky). Pro rychlé informace v biologických a zemědělských vědách je proto výborný časopis „Bibliography of Agriculture" (USA), jehož věcný rejstřík vychází vždy jako poslední (prosincové) číslo běžného ročníku. Tento časopis je však pouze bibliografický (neuvádí obsahy publikací).

Literární rešerši začneme v posledním ročníku bibliografických a dokumentačních časopisů a postupujeme opět ke starším svazkům. Kde máme k dispozici věcný rejstřík (Subject Index), vycházíme z něho, v jednom až dvou posledních ročnících musíme prohlédnout celé oddíly, týkající se fytopatologie (při tom si můžeme pomoci též autorským indexem, který obvykle vychází dříve než věcný rejstřík a upozorní nás na poslední publikace autorů, o nichž víme, že se zabývají studovaným problémem). Při každé rešerši je třeba prohlédnout bezpodmínečně 5 až 10 posledních ročníků dokumentačních časopisů a podle povahy problému jít co nejdále nazpět. V tom dobře poslouží souborné, tzv. „desetiroční indexy" (Decennial Indexes), vydávané některými dokumentačními časopisy (např. Botan. Centralblatt, Chemical Abstracts). Tyto indexy uvádějí souborně hesla a autorské rejstříky z 10 svazků dokumentačního časopisu. Podobně rozsáhlé jsou i jiné obdobné typy rejstříků (Cumulative Index, General Register).

K bibliografickým časopisům je třeba zařadit též bibliografické ročenky. Např. Čs. akademie zemědělská vydávala kdysi osvědčenou „Českou zemědělskou bibliografii" (1941—1949), kde byl též oddíl věnovaný ochraně rostlin. Dále sem patří speciální bibliografie z jednotlivých oborů. V botanice je to rozsáhlá „Bibliographia botanica čechoslovaca" (odkazy viz str. 668). Autory jejích 15 částí (zatím do r. 1951), publikovaných v časopise „Preslia", jsou Vilhelm, Cejp a Skalický. Další části mají být uveřejňovány knižně. Počínaje 15. částí, lze v nich hledat podle latinských jmen rostlin. Další významné neperiodické fytopatologické a příbuzné bibliografie jsou uvedeny na str. 667.

Podle vypsaných záznamů a citací pak studujeme původní literaturu a studium rozšiřujeme podle odkazů v původních publikacích.

Kartotéky v knihovnách a v dokumentačních střediscích

Dobrou pomůckou jsou též veřejně přístupné kartotéky, řazené podle věcných hesel nebo podle desetinného třídění (viz str. 636). V nich lze pod daným heslem (třídníkem) vyhledat snadno na jednom místě kartotéky všechnu literaturu zachycenou pracovníky dokumentačního střediska nebo knihovny od doby založení kartotéky.

Starším typem těchto kartoték jsou předmětové katalogy větších knihoven. V některých knihovnách (např. v SSSR v knihovně Botan. ústavu Akad. věd v Leningradě, v USA v knihovně ministerstva zemědělství ve

Washingtonu) bylo třídění a tzv. „popis" knihy prováděno velmi pečlivě, knihy i časopisecké články byly zachycovány podrobně, pod mnoha hesly. Taková kartotéka je prospěšná zejména proto, že jednotlivé kartotéční lístky obsahují i signatury knížek a časopisů, pod kterými si je lze v knihovně přímo vypůjčit. Nevýhodou kartoték v knihovnách je to, že obsahují jen údaje o knihách a časopisech, které jsou majetkem knihovny. V našich knihovnách lze tímto způsobem najít pouze knižní publikace, časopisy bývají zachyceny jen jako celek, pod všeobecným heslem (např. „ochrana rostlin").

V Ústřední zemědělské a lesnické knihovně Čs. akademie zemědělských věd v Praze (adresy čs. knihoven důležitých pro fytopatologa jsou na str. 675) lze starší knihy, sborníky a separátní výtisky najít v předmětovém (heslovém) katalogu pod hesly „Choroby rostlin" nebo „Ochrana rostlin". Tato hesla jsou podheslem podrobněji specifikována podle hostitelské rostliny, dále podle choroby. Novější publikace jsou řazeny pod název hostitelské rostliny s prvním podheslem „choroby" a dále s pojmenováním choroby (česky nebo latinsky); zároveň se řadí také pod česká nebo latinská (kde není český název) jména chorob. Choroby s více hostiteli se řadí pod „Hospodářské rostliny — choroby". Chemické přípravky jsou řazeny jako „Fungicidy", „Insekticidy", „Herbicidy" apod. nebo pod názvy jednotlivých přípravků. Je též třeba hledat pod speciálními užšími hesly (Lazecký 1957).

Pod obdobnými hesly lze najít některé důležité monografie též v jiných knihovnách (seznam viz str. 675). Menší knihovny (např. některé knihovny vědeckých ústavů a vysokých škol) mají pro každý obor určitou základní signaturu, takže thematicky příbuzné knihy nalezneme na stejné polici.

Při hledání časopisecké literatury, která je pro vědeckou práci nejdůležitější, nám výše uvedené kartotéky mnoho nepomohou. Lépe je proto obrátit se na kartotéky dokumentačních středisek, které obvykle zachycují také knihy, ale hlavní důraz je v nich kladen na publikace uveřejněné v časopisech. Tato střediska anotují nebo jen bibliograficky zpracovávají docházející časopisy, získané záznamy řadí podle určitého systému do věcné a současně i do autorské kartotéky a týž materiál (nebo jeho vybranou část) průběžně uveřejňují v dokumentačních časopisech. Přednosti dokumentačních středisek (bohužel většinou jen teoretickou) je to, že zpracovávají časopisy z nejrůznějších knihoven a že vzájemnou spoluprací a výměnou kartotéčních lístků zachycují určitou oblast vědy a techniky co nejšíře.

Dokumentační střediska jsou nejlépe materiálně a personálně vybavena v technických oborech. Bývají doplněna sbírkami firemních prospektů a katalogů, informačními středisky, čítárnami dokumentačních časopisů apod. U nás jako vzor může sloužit dokumentační odbor Knihovny vysokých škol technických v Praze. Je v něm zaměstnáno asi 40 dokumentátorů, většinou odborníků s vysokoškolským vzděláním, kteří zpracovávají všechny důležité časopisy docházející do KVŠT. Záznamy řadí jednak do vlastních kartoték, jednak je cyklostylují na kartotéční formát A 6 („Kartotéka technické a hospodářské literatury") pro zájemce (podle oborů), kteří si z nich sestavují speciální závodní nebo ústavní kartotéky. Užívají desetinného třídění přizpůsobeného formou výtahu. Současně toto středisko vydává 5 specialisovaných technických dokumentačních měsíčníků. V jeho kartotékách může

fytopatolog najít literaturu o chemických látkách (postřicích) a o mechanisaci ochrany rostlin. Středisko také sestavuje rešerše (o nich více na str. 637).

O vybavení a práci středisek v technických oborech pojednává kniha Hančova, Hummelova a Hlavicova (1954), Mayerhöferova (1956) nebo Tomanova (1958); tyto knihy názorně ukazují, o co dokonaleji je vybavena dokumentace v oblasti techniky a chemie než v zemědělství a natož v biologických vědách.

Zemědělská dokumentační služba je soustředěna do dokumentačního oddělení Čs. akademie zemědělských věd v Praze 12, Slezská 7. Od roku 1951 zachycuje dokumentačně časopisy a knihy, docházející do Ústřední zemědělské a lesnické knihovny v Praze. Nezpracovává však všechny publikace, nýbrž výběrově jen ty články a knihy, které mají přímý nebo nepřímý význam pro československé zemědělství. Dokumentaci provádějí většinou externí pracovníci, specialisté z různých oborů. Dokumentační záznamy jsou pak opatřovány třídníky podle desetinného třídění.

V mezinárodním desetinném třídění (Deweyově systému) má každý hlavní obor vědění svoje jednoduché číslo od 0 do 9 (např. přírodní vědy — 5). Další číslice určuje vědecké discipliny, tedy nižší jednotky (např. 58 — botanika). Každá další číslice (obvykle jsou seřazeny do skupin po třech) znamená užší a přesnější pojem. Tak např.

582	Systematická botanika*)
582.2 až 582.3	Kryptogamy
582.28	*Eumycetes*
582.281	*Phycomycetes*
582.281.1	*Oomycetes*
582.281.14	*Peronosporales*
582.281.144	*Peronosporaceae*

Čísla (třídníky) mohou být ještě spojována různými symboly do složitějších závislostí, ale to už nespadá do rámce našeho výkladu. Podrobněji o desetinném třídění viz např. Kříž 1944, Hořejší 1941, str. 28—56, „Dokumentace a desetinné třídění" 1947, str. 70—105, Hanč, Hummel, Hlavica 1954, str. 61—68, Toman 1958, str. 47—50.

Literaturu týkající se fytopatologie najdeme též pod třídníky v části „Zemědělství". Uvádím některé hlavní (širší) třídníky:

632	Nemoci rostlin. Ochrana rostlin.
632.1	Škody způsobené povětrností. Fysiologická onemocnění.
632.2	Hálková onemocnění rostlin.
632.3	Choroby bakteriální a virové u rostlin.
632.4	Choroby rostlin způsobené houbami. Mykologie.
632.5	Škodlivé rostliny. Parasitní rostliny.
632.7	Škodlivý hmyz.
632.9	Boj proti škodám na rostlinách. Ochrana rostlin.

*) Systematická botanika je v desetinném třídění dělena podle systému Englera-Dielze 1936.

Podrobnější informace podají zájemcům pracovníci v dokumentačním oddělení Čs. akademie zemědělských věd. U některých problémů může být literatura totiž zařazena pod nejrůznějšími třídníky.

Podle desetinných třídníků jsou pak lístky se záznamy o cizojazyčné literatuře zařazovány do ústřední kartotéky a současně se řadí podle prvního autora publikace do autorské kartotéky. Obdobně se třídí a do zvláštních kartoték zařazují záznamy z české a slovenské zemědělské a biologické literatury.

Na přání výzkumných ústavů a veřejných institucí jsou z kartoték vybírány záznamy o literatuře s určitou thematikou, které se seřazují jako literární rešerše. Bibliografické údaje rešerše jsou cyklostylem rozmnoženy a zaslány zájemcům. Použití takto připravených seznamů literatury za základ naší rešerše lze doporučit jen v určitých případech (velká vzdálenost pracovníka od dokumentačního střediska): seznam literatury je sestaven všeobecně, ne ze speciálního hlediska určitého pracovníka, a tedy nemůže nikdy nahradit osobní prohlídku kartotéky. Kromě toho (na rozdíl např. od rešerší Knihovny vysokých škol technických) neobsahují rešerše Čs. akademie zemědělských věd pro úsporu papíru dokumentační záznam (anotaci).

Vybraná část (asi $^1/_3$) zhotovených dokumentačních záznamů ze zahraničního tisku je uveřejňována v měsíčníku „Přehled zemědělské literatury", který v roce 1959 dosáhl (po několika změnách názvu) už 9. ročníku. Od 7. ročníku jsou záznamy tištěny do políček formátu A 7. Část nákladu je pro zájemce (většinou výzkumné ústavy) tištěna po jedné straně, takže lístky po rozřezání a zařazení podle připojených desetinných třídníků tvoří základní kartotéku zemědělské literatury.

Do konce r. 1958 byly téměř všechny záznamy z české literatury vydávány v měsíčníku „Přehled československé zemědělské literatury", ne však ve formátu kartotéčních lístků. Od roku 1959 budou záznamy otiskovány většinou jen v bibliografické formě v „Přehledu zemědělské literatury".

Využití „Přehledu" pro základní literární rešerši je ve srovnání s obdobnými zahraničními časopisy málo výhodné, protože až dosud nebyly zhotovovány tak podrobné roční věcné rejstříky, aby vyhovovaly potřebám fytopatologa. Hledání podle širokých oborů rejstříku je příliš zdlouhavé. Rejstřík poněkud nahrazují desetinné třídníky v záhlaví záznamů: v kartotékách, které si podle třídníků sestavili ze záznamů v některých výzkumných ústavech, lze hledat poměrně snadno. V „Přehledu" chybí též oddělení vědeckých článků od populárních.

Z dokumentačních středisek je třeba upozornit ještě na Polnohospodárske dokumentačné stredisko v Nitře, které spolupracuje s dokumentačním oddělením Čs. akademie zemědělských věd v Praze, dále na Zdravotnické dokumentační středisko v Praze 2, Sokolská 31 a na dokumentační oddělení Výzkumného ústavu pro farmacii a biochemii v Praze 12, Kouřimská ul. Další informace o dokumentaci a její organisaci podají např. články Koblitzův (1956) a Ulbrichtův (1953), kniha „Die Dokumentation und ihre Probleme" (1943), dále kniha Medonosovova (1947), Osmólské (1955), Cranova a spol. (1957), Tomanova (1958) nebo skriptum „Dokumentace a desetinné třídění" (1947).

Patentová literatura, zákony a nařízení

Mnoho metodických postupů, chemických přípravků, přístrojů a zařízení je popsáno pouze v původní patentové literatuře. Bývá zachycena v dokumentačních časopisech, zejména chemických a technických. Podrobnější údaje o ní čtenář najde v knížce Hančově, Hummelově a Hlavicově (1954, str. 97—141) nebo Tomanově (1958, str. 124—138).

Fytopatolog potřebuje často též informace o zákonech a nařízeních týkajících se ochrany rostlin, fytopatologické kontroly, karanténních předpisů apod. U nás chybí časopis, který by o těchto předpisech fytopatology pravidelně informoval. Proto upozorňujeme pouze na berlínský „Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst", který by měl našim orgánům sloužit jako příklad.

Rukopisy a vysokoškolské práce

Cenný materiál skrývají též nepublikované rukopisy, závěrečné zprávy výzkumných ústavů o vyřešených problémech, zprávy ze studijních cest a diplomové, disertační a habilitační práce. Dozvědět se o nich nebo vypůjčit si je patří však k nejobtížnějším problémům při studiu literatury. Rukopisy a cestovní zprávy jsou v referujících časopisech zachyceny jen zřídka. Lepší je to s diplomovými a disertačními pracemi z oboru botaniky, obhájenými na universitách, agronomických a lesnických fakultách v Praze, Brně a Bratislavě, jejichž bibliografii sestavili Skalický a spolupracovníci (Skalický, Smejkal, Špaček a Juriš 1955). Některé informace o novějších čs. diplomových a disertačních pracích se vztahem k zemědělství podával v r. 1957 a 1958 „Přehled československé zemědělské literatury". Bylo by třeba obnovit vydávání výtahů z disertačních prací tiskem, což bylo dříve zavedeno na některých našich vysokých školách. O sovětských disertačních pracích informuje „Referativnyj žurnal", americkým vysokoškolským pracím je věnován zvláštní časopis — „Dissertation abstracts". Bibliografii sovětských botanických disertací za léta 1944 až 1953 sestavila Ščerbakovová (1956). O přehledech německých disertačních prací viz např. Toman (1958, str. 139).

Disertace a rukopisy musíme většinou studovat přímo v knihovnách, které je nepůjčují mimo čítárny. Zde by se mohly výborně uplatnit mikrofilmy (viz níže).

„Mikrofilmy až na pracovní stůl"

Zatím to zní ještě trochu fantasticky, ale několik roků po vydání této knihy bude tento způsob jistě běžný i u nás. Mnoho světových knihoven totiž nepůjčuje ročníky časopisů mimo prostor knihovny, lze je číst pouze v čítárně, takže jsou všechny vždy k disposici. Knihovna zhotoví snímky kteréhokoliv článku okamžitě na kinofilm (tzv. mikrofilm), který zájemce obdrží za poměrně nízký poplatek. Zhotovení mikrofilmu je totiž při dokonalé mechanisaci práce velmi rychlé a nestojí prakticky více než cenu běžného metrového kinofilmu. Knihovna nebo dokumentační středisko pracují zcela nevýdělečně.

Rešerši pak lze započít tím, že

1. buď vyhledáme v podrobné kartotéce nebo v dokumentačním časopise

(např. v Bibliography of Agriculture) čísla bibliografických nebo dokumentačních záznamů. Na základě těchto čísel obdržíme jako mikrofilmy všechny články, které z daného knihovního fondu potřebujeme;

2. nebo udáme pouze žádané thema, podle něhož vyhledá odborně dokonale vyškolený pracovník knihovny nebo dokumentačního střediska potřebnou literaturu a zadá ji sám k ofotografování, takže pracovník ve výzkumu dostane dobrý základní materiál ve formě mikrofilmů přímo na stůl, aniž se zdržuje hledáním v knihovnách.

Mikrofilmy se pak pohodlně čtou v tzv. čtecím přístroji, který je dnes již běžnou (ač málo využívanou) pomůckou ve výzkumných ústavech a knihovnách. Z méně důležitých publikací si hned uděláme poznámky, z významnějších článků si dáme zhotovit fotokopie na dostatečně velký formát papíru (výhodný je rozměr jedné strany asi 130 × 190 mm), aby byly dobře čitelné (při tom se úspora papíru nevyplatí, protože do textu si děláme poznámky).

Úspora pracovní doby, během které by pracovník sháněl sám základní literaturu, zcela jistě vynahradí nízkou cenu mikrofilmů. Přistupují ještě další výhody, jako je malý skladovací prostor pro mikrofilmy (nejlépe tresorky pro kousky filmu po 5 políčkách), stálá a okamžitá dostupnost literatury i v „nejzapadlejších" výzkumných ústavech apod.

Tato služba ovšem vyžaduje dobře technicky i personálně vybavenou fotolaboratoř, aby byl provoz levný a zejména rychlý a objednávky se nehromadily. Některé podrobnosti o zhotovování fotokopií najde zájemce např. v „Direction of Microfilm..." (1950); „Microfilms and Microcards..." (1950) a v knize Hančově, Hummelově a Hlavicově (1954, str. 86) nebo Tomanově (1958, str. 200—208), kde se dočteme i o ještě modernějších způsobech reprodukce (str. 261—266). O Zeissově přístroji „Dokumator", vhodném pro podniky pořizující denně stovky stránek fotokopií (menšímu provozu stačí normální přístroj na kinofilm) a o čtecím přístroji viz např. Pescht (1953).

Hledání literatury podle neúplných údajů

Někdy získáme dost nejisté informace o důležité literatuře: „Něco o tom bylo tak před pěti lety ve Phytopathology" nebo „O tom cosi publikovala předloni Lebeděvová". I podle takového sdělení však mnohdy najdeme přesnou citaci.

Když známe jméno autora, pomohou často biografie k výročí jeho narození nebo nekrology, doplněné seznamem publikací (viz str. 673—674). Víme-li i přibližný rok vydání, prohlédneme autorské rejstříky dokumentačních a bibliografických časopisů z daného roku a z let okolních a podle nich najdeme záznam o hledané publikaci.

Známe-li název časopisu, ve kterém byl článek uveřejněn, poslouží dobře sbírka obsahů ročníků nejdůležitějších fytopatologických časopisů a časopisů příbuzných oborů, kterou se vyplatí pořídit si v ústavu nebo v oddělení. Ofotografujeme a zvětšíme na vhodný rozměr obsahy všech svazků jednotlivých časopisů od začátku jejich vycházení nebo od určitého roku. Tyto fotokopie seřadíme abecedně podle titulů časopisů, jednotlivé časopisy chronologicky podle ročníků. Doplníme je údaji o tom, ve které knihovně

a pod jakou signaturou určitý ročník najdeme. Tímto způsobem si ušetříme mnoho chození po knihovnách a korespondenci (viz též níže).

Jak získat původní časopiseckou literaturu

Poukázali jsme již na to, že podle nalezených citací literatury, bibliografických a dokumentačních záznamů studujeme v originále původní literaturu. Brzy zjistíme, že v knihovně vaší vysoké školy nebo v nejbližší veřejné knihovně časopis nebo jeho ročník s nejvýznamnějšími články nemají. Jak je tedy získat?

Knihovny

Odborné časopisy jsou roztroušeny v nejrůznějších knihovnách po celé republice a jen málokterá má úplnou sbírku všech ročníků určitého časopisu. Proto už r. 1929 vyšel „Soupis cizozemských periodik v knihovnách Československé republiky", který sestavili Bečka a Foch (1929). Obsahuje seznam časopisů a uložení jejich ročníků (do r. 1928) v našich knihovnách. Po mnoha přesunech knihoven, nacistickém řádění atd. můžeme dnes jeho informace považovat jen za orientační.

Novější časopisy v čs. knihovnách podle stavu po 2. světové válce registrovali několik let pracovníci Knihovny vysokých škol technických. Pod vedením J. Lomského pak ve 3 dílech vydali „Soupis cizozemských periodik technických a příbuzných v knihovnách Československé republiky". Zahrnuje časopisy z let 1928—1953. Jsou seřazeny abecedně podle prvního slova názvu, je uveden vydavatel, číslování svazků a léta, ve kterých vycházel. Je připojena také výhodná zkratka časopisu. Dále jsou vypsány knihovny (jen číslicemi podle seznamu na začátku „Soupisu") a uvedena čísla svazků periodik, které jsou v nich k dispozici. První dva díly obsahují základní soupis časopisů, ve III. díle jsou doplněny údaje o časopisech z I. a II. dílu, nové časopisy, seznam vydavatelů a roztřídění časopisů podle hlavních oborů.

Z fytopatologických a přírodovědeckých časopisů vůbec je zachyceno mnoho; je ovšem třeba upozornit, že ani po vydání doplňkového svazku nejsou zaznamenána všechna periodika v uvedených knihovnách ani všechny československé knihovny. Chybějí zejména knihovny různých vědeckých společností, obsahující často vzácné exempláře časopisů. Z knihoven významných pro fytopatologa jsou to zejména knihovna katedry botaniky a knihovna katedry fysiologie rostlin, mikrobiologie a genetiky biologické fakulty University Karlovy, knihovna Čs. botanické společnosti (má především novější ročníky botanických časopisů, získané výměnou), knihovna Čs. entomologické společnosti, knihovna botanického oddělení Národního musea, knihovna Ústřední fytokaranténní laboratoře v Brně. Nejsou též uvedena deposita Universitní knihovny (např. knihovna přírodovědecké společnosti Lotos, jejíž signatury začínají číslem 74). Nenalezneme-li tedy některý časopis nebo jeho ročník v Lomského „Soupisu", nelze s jistotou říci, že se nevyskytuje v ČSR.

Časopisy z let 1954 a pozdějších najdeme např. v „Seznamech odborných časopisů" (1956, 1957), které vydává Knihovna vysokých škol technických (viz seznam literatury), též Ústřední zemědělská a lesnická knihovna Čs.

akademie zemědělských věd, Základní knihovna Čs. akademie věd nebo jiné knihovny. Výhodně lze hledat v knihovnách, které vlastní předchozí ročníky. Informace lze získat v podniku zahraničního obchodu ARTIA, odd. dovozu časopisů (Praha II, Ve Smečkách 30), kde registrují nákup periodik ze států s kapitalistickým hospodářstvím. Tento podnik vydává též měsíčně seznamy knih dovezených do ČSR s uvedením, které knihovně byly knihy přiděleny.

Časopisy i knihy z knihoven v jiných městech ČSR si lze vypůjčit též poštou, zejména prostřednictvím meziknihovní služby. Informace o tom podá každá místní a ústavní knihovna.

Periodika, která nejsou na území naší republiky, si lze v odůvodněných případech vypůjčit z ciziny prostřednictvím mezinárodní výpůjční služby, které se v ČSR účastní universitní knihovny, Knihovna vysokých škol technických a Základní knihovna Čs. akademie věd. Ze zahraničních knihoven lze také v nutných případech (stojí to naše knihovny devisy) získat mikrofilmy nedostupných publikací.

Separátní výtisky

V některých dokumentačních časopisech je v jednotlivých záznamech u jmen autorů připojena adresa jejich pracoviště. Slouží jednak jako informace o pracovištích zabývajících se danou problematikou, jednak umožňuje písemný styk s pracovníky téhož oboru. Ten se zhusta omezuje na výměnu separátních výtisků.

Z každého článku uveřejněného ve vědeckém časopise dostane autor zdarma nebo za určitý poplatek 30 až 100 (i více) separátních výtisků. Většinou bez změny sazby (jen někdy se sazba znovu láme) a s původním číslováním stran se vytiskne zvlášť každý článek, oddělený od druhých statí; přitiskne se obvykle ještě název časopisu a plná citace.

Publikace z nedostupných časopisů se tedy můžeme pokusit získat tak, že napíšeme přímo autorovi o separát. Tato žádost může mít formu normálního dopisu nebo lze užít tištěných formulářů na lístcích pohlednicového formátu, které mají u nás některé větší výzkumné ústavy. Má-li autor ještě separátní výtisk, jistě ho rád pošle, protože očekává, že mu hned nebo v budoucnu zašleme naši publikaci na stejné thema. Nemůžeme-li mu ihned poslat vlastní separát, sluší se zaslat poděkování (alespoň tištěné).

Kromě dokumentačních časopisů slouží jako zdroj adres autorů též seznamy členů různých vědeckých společností, vydávané u příležitosti sjezdů a symposií nebo otiskované ve vědeckých časopisech (např. v Bull. trimestriel de la société mycol. de France 67: 5—41, 1951; 73: 5—12, 1957, ve Phytopathology 48: D15—D68, 1958, seznam čs. botaniků v časopise Preslia 28: 443—448, 1956). O separátové korespondenci si vedeme pečlivé poznámky, abychom téhož autora neobtěžovali dvakrát stejnou žádostí.

Výměna separátů má velký význam při získávání málo běžných publikací a v navazování styku mezi pracovníky celého světa. Zasláním vlastních separátů též výhodně propagujeme naši vědu v cizině, kde jsou některé naše odborné časopisy málo známy. Separátní výtisk má pro nás také tu výhodu, že v něm můžeme volně „pracovat" : poznamenávat, škrtat apod. Je ovšem třeba důrazně varovat před zneužíváním této nepsané výměnné dohody a nekazit naší vědě dobré jméno v zahraničí.

Registrace studované literatury

Nepořádné záznamy o literatuře jsou často horší než prázdný poznámkový blok. Během času poznáme, že literatury přibývá a že se v ní pomalu přestáváme vyznávat, nemáme-li ji uspořádánu v nějaký systém. Jaký systém zavést, je dost obtížné říci. Každý pracovník má svůj vlastní systém a dá si ho těžko rozmluvit. Všechny systémy mají totiž řadu výhod i nevýhod a měnit jednou zaběhnutý systém je neobyčejně složitá a únavná práce. Popíšeme jich zde proto několik a ponecháme čtenáři na uváženou, který zvolí. Každý se skládá z nějakého způsobu ukládání a řazení citací, výpisků z literatury, fotokopií a separátů.

Osobní kartotéka

Říká se jí také pracovní kartotéka a je to nejběžnější pomůcka při výzkumné práci. Od kartoték knihovních, ústavních, střediskových, zkrátka veřejných, se liší omezeným rozsahem zájmu: vlastní problematika, potřebné metody, několik okrajových otázek, všeobecné problémy. I když ji někdo začne budovat v širším rozsahu, světová produkce odborné literatury časem jeho rozlet zabrzdí.

Předchůdcem kartotéky a při některých (bibliografických) pracích její náhražkou je psaní citací za sebou na volné listy papíru po jedné straně. Papír pak rozstříháme na proužky, které založíme do různých obálek podle themat nebo lepíme v určitém systému (abecedně podle autorů, rostlin, parasitů, metodik apod.) opět na papír. Práce s těmito poznámkami je jednoduchá, ale ve výpiscích snadno ztratíme přehled a hrozí větší nebezpečí ztráty záznamů než u kartotéky. Osvědčí se jen u mimořádně pečlivých lidí.

Nejběžnější kartotéky se skládají z lístků stejného formátu, které se dají za sebe libovolně řadit, vyměňovat, vyřazovat. Nejlepší formát je normalisovaný, A5 až A7. Jiné formáty (tzv. knihovnické) se obtížně získávají, a dáme-li si je u knihaře nařezat, je odpad papíru příliš velký. Výhodu proti normalizovanému papíru nemají. Velikost lístků závisí na tom, k čemu všemu mají sloužit. Malé (A7, tj. 105 × 74 mm) zabírají málo místa, pohodlně se nosí v kapse, ale vejdou se na ně kromě citace jen ty nejdůležitější poznámky. Velké (A5, tj. 210 × 148 mm) pojmou rozsáhlý výpisek z původní literatury, ale zabírají mnoho místa a špatně se s nimi manipuluje. Formát A6 (148 × 105 mm) je často doporučovaným kompromisem.

Uspořádání záznamu na lístku je opět osobní záležitostí. Níže uvedený vzor pouze ukazuje, co vše na lístek patří:

	1949
WENTZLER J. E. WHITE D. G.	FUNGICIDY INSEKTICIDY vliv na chlorofyl v listech jabloně
Effects of nitrogenous fungicides and insekticides on the chlorophyll content of apple leaves. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 55: 81—84, 1949	
není v ČSR separát č. 38	R (CA 44: 7002 f, 1950)

Tedy předně autoři článku, název článku v původním jazyce (pozor: v některých dokumentačních časopisech, jako v Chemical Abstracts, se uvádí jen překlad názvu do angličtiny! z cizích abeced převedeme do latinky nebo uvedeme název jednoho z resumé, např. anglického u publikací v japonštině), plná citace. Autory článku je nejlépe psát tiskacími písmeny (na stroji velkými typy), zkratky křestních jmen dát za příjmení. Název článku uvedeme vždy v plném znění (ta malá ztráta času se vyplatí), vypisujeme-li ze zjednodušené citace, doplníme název při čtení originálu.

Existuje mnoho způsobů psaní tzv. bibliografického řádku (viz o tom podrobněji Šesták 1957c). Nejlepší je uvedený způsob, užívaný též v této učebnici: po zkratce názvu časopisu následuje číslo svazku časopisu (popřípadě podtržené, někdy s číslem sešitu v závorce), pak dvojtečka, stránky „od — do", čárka, nakonec rok vydání. Tato citace je úsporná a topograficky ustálená, přehledná a užívaná v zahraničí.

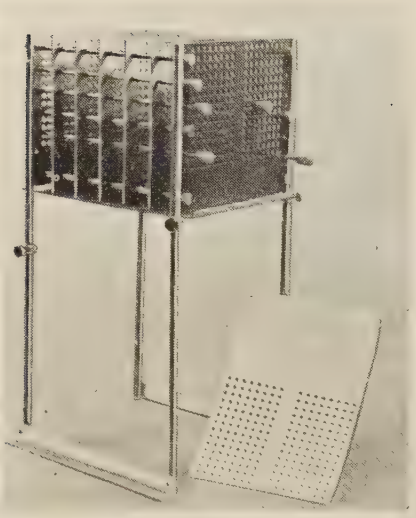
Pod bibliografickým řádkem jsou v určitém pořadí různé poznámky: zkratka vyznačující, ve které knihovně je příslušný časopis uložen (popřípadě pod jakou signaturou) nebo poznámka, že u nás není; číslo separátního výtisku, výpisku, fotokopie; podle kterého dokumentačního časopisu jsme citaci zapsali (R = referát, CA = zkratka Chemical Abstracts, svazek, číslo a rok vydání dokumentačního záznamu). Dále už na této straně a na zadní straně lístku (proto je lépe psát na lístky po obou stranách čisté) mohou být poznámky z dokumentačního časopisu nebo z původní práce, adresa autora apod. U knih citujeme stejným způsobem autora i název. Na bibliografickém řádku je pouze místo a rok vydání, někdy též jméno vydavatele. Je třeba vždy připojit, o kolikáté vydání jde. Vyplatí se uvádět i počet stran.

O dalších záznamech rozhoduje systém, jaký v kartotéce zavedeme. Může jich být několik:

1. Píšeme perem nebo na psacím stroji vždy jen jeden kartotéční lístek o každé publikaci. Do kartotéky ho zařadíme pod nejdůležitější věcné (předmětové) heslo. Heslo buď na lístku neuvádíme, nebo je napíšeme vpravo jako na str. 642 nebo zleva zcela nahoře na kraji. Nejlepší je formát A6. Výhody: rychlá práce, můžeme psát perem, tedy přímo v knihovně, málo kartotéčních lístků. Lze užít tuhého papíru, aby se lístky nemačkaly. Nevýhody: nelze řadit též podle autorů, takže často tutéž kartu napíšeme omylem vícekrát, omezené věcné roztřídění (lze zlepšit odkazovými lístky — na čistý lístek napíšeme pouze: CHLOROFYL — viz též PESTICIDY, Wentzler a White 1949).

2. Píšeme vždy 2 lístky, průklepem na psacím stroji. Jeden (průklep) zařadíme do autorské kartotéky podle prvního autora. Originál řadíme pod nejdůležitější věcné heslo. Uspořádání podle ukázky na str. 642 (vlevo autoři, vpravo heslo) vyhovuje pro listování v obou kartotékách. Nejlépe vyhovuje formát A7. Výhody: poměrně jednoduchý systém. Autorská kartotéka zaručuje, že nepíšeme vícekrát týž záznam. Lze psát ještě na poměrně silný papír. Nevýhody: omezené věcné roztřídění. Musíme psát na stroji (dvojí psaní téhož lístku rukou je zdlouhavé).

3. Píšeme na stroji s tolika průklepy, pod kolik hesel chceme zařadit. Kopie řadíme podle věcných hesel nebo podle vlastního číselného principu, který odpovídá naší problematice a je založen na základech desetinného třídění (mezinárodní desetinné třídění v plném rozsahu nemá pro osobní



227. Zařízení pro kartotéky s děrovacími lístky (upravený systém Sortex). Foto J. Čatský

kartotéky význam). Originál záznamu dáme do autorské kartotéky. Nejlepší je formát A6. Výhody: dobré věcné roztřídění záznamů. Kartotéka podle autorů. Nevýhody: lze psát jen na stroji a na měkký (kancelářský) papír.

V současné době se i v osobních kartotékách začíná používat děrovacích lístků (např. systém Sortex — viz obr. 227 — a systém Erwol — viz obr. 228). Tyto lístky mají na okrajích nebo ve spodní části řadu otvorů. Na horní nebo střední část lístku se napíše normální záznam. Lístky se řadí abecedně podle autorů. Pro věcná hesla se podle určitých pravidel vytvoří číselný rejstřík. Podle tohoto rejstříku se vystříháváním spojí nebo vyřadí určité otvory tak, aby systém dírek na jediném lístku zachycoval všechny číselné symboly představující hesla daného záznamu. Při hledání záznamů s určitou thematikou se lístky po skupinách kladou do zvláštního rámového zařízení. Podle číselného systému se pak určité otvory ve všech vložených lístcích najednou prostrkají vodicími dráty. Hledané lístky lze pak vyklopit nebo vysunout otevřením nebo převrácením zařízení. Systém dovoluje psát vždy jen jeden lístek (tedy ručně), zachytit co nejbohatší věcné roztřídění, vyhledat mechanicky všechny záznamy dané thematiky. Lístky jsou však poměrně velké a na dost tuhém papíře, vystříhávání otvorů je celkem pracné, kartotéka vyžaduje zvláštní zařízení. Bližší viz např. Orosz 1955, 1954, Mikolajski 1956, Zschokke 1958, Toman 1958, str. 268—270.

Kartotéky libovolného systému se ukládají do krabic, pokud možno uzavřených, lístky se mezi sebou oddělují (různá písmena abecedy, různá hesla) vložením lístku odlišné barvy, většího formátu nebo se na oddělující lístek upevní jezdec, na který se heslo (písmeno) napíše, nebo se vloží na lístku do okénka jezdce. Lze též získat kovové skříně na kartotéku, které mají 2 nebo více zásuvek a jsou pro formát A6 a větší.

Kromě těchto tzv. vertikálních kartoték jsou ještě horizontální kartotéky, ve kterých se zavěšené karty šupinovitě překrývají tak, že jsou stále vidět jejich hesla. Je to tzv. Kartosystém (více o něm viz Toman 1958, str. 37 až 38), který je však dost nákladný a pro naše účely nemá zvláštní výhody.

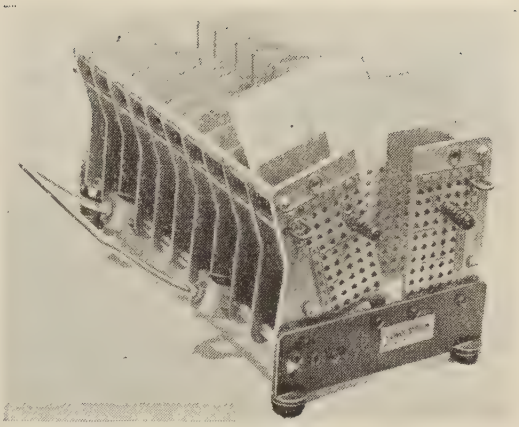
Výpisky z literatury

Čím menší kartotéční lístky máme, tím méně se na ně vejde poznámek. A tak v mnoha případech musíme psát výpisky zvlášť.

K tomu můžeme užít tlustších sešitů formátu A5 nebo A4. Výpisky píšeme za sebou, každý začneme psát na nové stránce. Stránky nebo výpisky očíslujeme a jejich čísla zaneseme na příslušné kartotéční lístky. Je možné založit několik sešitů, do každého psát výpisky s určitou thematikou. Po-

známky nemůžeme ztratit, jsou dobře skladné. Nevýhodou je však to, že je dostatečně nemůžeme uspořádat, vyřazovat.

Vzhledem k této nevýhodě se častěji užívá volných listů kancelářského papíru. Formát A5 je výhodnější na psaní (není větší než studované publikace), poznámky na A4 (210×297 mm) jsou zase přehlednější. Do záhlaví listu papíru vždy uvedeme plnou citaci. Řadíme v odkládacích deskách abecedně, podle pořadových čísel nebo podle thematiky. Lze s nimi libovolně manipulovat, ale můžeme je snadno někam založit nebo ztratit.



228. Zařízení pro kartotéky s děrovacími lístky (systém Erwol).
Foto J. Čatský

Nevýhody obou předchozích způsobů odstraní kroužkové bloky (obr. 229). Kroužkový systém v jejich hřbetě (podobný jako je v pořadačích) dovoluje snadno vyjímat a zakládat listy linkovaného papíru s otvory. Citace si při rešerši vypisujeme přímo do záhlaví listů papíru, na každý list jen jednu, a řadíme podle hlavních věcných hesel do jedněch nebo více desek. Tak nám listy vhodného formátu (A5 nebo i A6) nahradí současně kartotéku 1. typu (viz str. 643). Bloky nosíme při studiu do knihoven a přímo pod citace zapisujeme všechny poznámky, popřípadě vložíme další list. Po ukončení studia určitého problému listy vyjmeme a uložíme v rychlovazači (odkládací desky s jednoduchým zařízením k upevnění listů s otvory). Tento způsob má mnoho předností (manipulace jako v kartotéce a současně pevný celek). Jeho založení se však trochu prodraží, protože s jedním blokem nevystačíme.

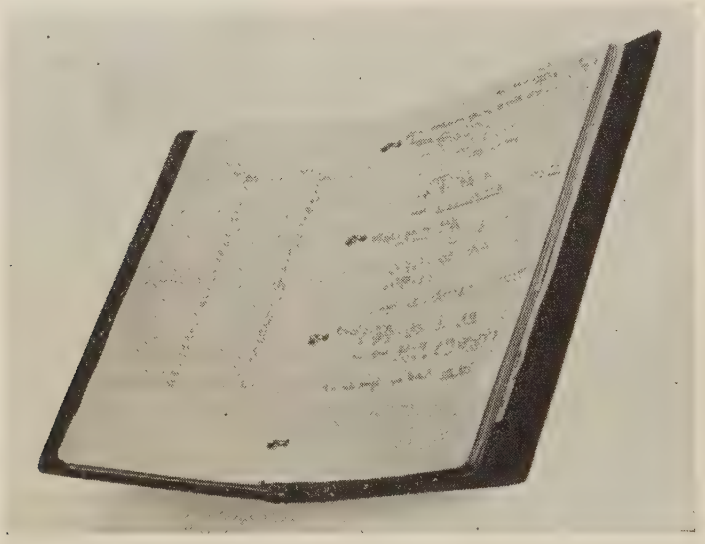
Řazení fotokopií, separátních výtisků a výstřižků z tisku

Každý pracovník ve výzkumu má vlastní knihovničku s nejvýznamnějšími příručkami, učebnicemi, slovníky apod. K jejímu seřazení a popřípadě kartotékisaci je třeba jen připomenout, že knihovnička musí být příruční a musí se v ní snadno hledat, ať je jakkoliv početná. Pro seřazení zvolíme tedy jednoduchý systém, pokud možno stejný jako máme v osobní kartotéce, do které můžeme pod příslušná hesla zařadit i odkazy na příručky z vlastní knihovny.

Fotokopie dáváme buď z každé publikace do zvláštní obálky nebo raději ofotografovanou publikaci ve hřbetě sešijeme kancelářskou sešívačkou, popřípadě ořízneme na stejný formát. Na fotokopii napíšeme přesnou citaci. Zvláště pečlivě je třeba označit fotokopie z větších knih, z nichž jsme reprodukovali jen několik stran (tabulky, metody apod.).

Kratší zprávy z novin nebo z populárních časopisů mohou být užitečné při řešení některého problému. Vystřihneme je a nalepíme na papír, z cennějších časopisů pořídíme fotokopii článku. (Viz též Walker 1926, str. 36—37.)

Dobře označené separáty, fotokopie a výstřižky ukládáme buď každé zvlášť nebo společně do stojatých krabic formátu A4 nebo o něco menších, které mají tvar knihy. Řadíme je buď podle pořadových čísel, abecedně podle autorů nebo je rozdělujeme do krabic podle hlavních themat. Na hřbetě vyznačíme obsah krabice. Řadíme do knihovny. Označení separátů



229. Pro výpisky i příruční kartotéku je vhodný kroužkový blok. Foto J. Čatský

nebo způsob jejich uložení vyznačíme na kartotéčním lístku. Fotokopie z rozsáhlejších publikací je nejlépe dát svázat do knihy.

Ikonotéka

U některých algologů (pracovníků studujících řasy) se osvědčily tzv. ikonotéky. Je to sbírka kreseb typů řas (druhů a nižších jednotek) ofotografovaných z publikací, které nemáme stále po ruce. Fotokopie lze pořídit nejlépe přímou kontaktní metodou, kdy se dostatečně kontrastní fotografický papír přitiskne emulzí k obrázku a svrchu se osvítí. Dostaneme bílý obraz na černém podkladě, ve stejném měřítku jako v původní publikaci, ale zrcadlově obrácený, což ve většině případů nevadí. Obrázky označíme názvem organismu a přesnou citací a lepíme na papír, na každý list jeden druh. Tak dostaneme po čase dobrou sbírku srovnávacího obrazového materiálu, který se hodí při identifikaci řasy nebo v našem případě houby a při studiu rozsahu druhů v pojetí různých autorů.

Systém „Všechno v jedněch deskách"

Poměrně mnoho předností má zejména při širším okruhu zájmu systém, kterého užívá např. akademik P r á t. Dostatečně velké krabice nebo desky označíme věcným heslem a dáváme do nich vše, co se určitého problému

týká, tedy citace literatury (můžeme je psát na různě zbarvené lístky papíru), výpisky, vlastní poznámky a nápady, separáty, fotokopie, fotografie, výstřižky z novin, obrázky, vědeckou korespondenci. Nemáme sice přehled, co všechno již máme zachyceno, které separáty vlastníme apod., ale zato každé desky představují po čase výtečný literární podklad pro práci, nic nemusíme zdlouhavě hledat, odpadne mnoho registrování.

Shrnutí literatury

Vyhledali jsme už citace, přečetli původní publikace. Dozvěděli jsme se mnoho dílčích poznatků, které musíme spojit. Někdy je naší povinností rešerši napsat v literární formě, tedy udělat přehledný (souborný) referát. Budeme se při tom řídit vzorem nejlepších referátů zahraničních, se kterými jsme se seznámili při studiu literatury. Jde hlavně o vyhmátnutí jádra jednotlivých publikací a o vyzdvižení zastrčených vět a výsledků, zajímavých pro naši práci. Názory autorů musíme srovnat, najít shody a rozpory. Osvědčují se schémata — věcná i chronologická. Metodiky i výsledky lze srovnat v tabulkách. Je třeba vytáhnout z původních prací co nejvíce číselného materiálu, připomenout jeho průkaznost, srovnat symptomy, rozdíly v jejich vyobrazeních, vypsat místa výskytu určitého parasita, zakreslit je do mapky, vyzdvihnout sporné otázky, možnosti dalšího výzkumu atd.

I když nemusíme hned po prostudování literatury o ní podat souhrnnou zprávu, osvědčí se (z perspektivy budoucí diplomové nebo disertační práce nebo publikace) udělat si alespoň pro sebe stručný přehled s tabulkami a schématy. Jedině tak se prostudovaná literatura stane dobrým podkladem pro naši další práci.

VLASTNÍ VĚDECKÝ VÝZKUM

Studiem literatury jsme uzavřeli první část práce na výzkumném úkolu a přecházíme k tomu hlavnímu: k pokusům a pozorováním. Každá vědní disciplina tu má své zvláštnosti. O fytopatologických metodách jedná podrobněji kapitola V (Fytopatologická technika). Zmíníme se tedy jenom o obecných pravidlech experimentální práce; mnoho cenných rad najde zájemce např. ve stati U b e r o v ě (1950). O práci v systematické botanice informuje D o m i n (1947).

Plán pokusné práce nebo pozorování

Každá práce musí mít plán. Ve vědě má plán mimořádně důležité místo: musí být dokonale zpracován na základě prostudované literatury, musí určovat hlavní směr práce. Nesmí však být šablonovitý, přehnaný v detailech, nesmí pracovníka omezovat.

Nejdříve dlouhodobě naplánujeme celý úkol. Stanovíme určitou dobu na studium metodiky nebo její přezkoušení, hlavní pokusy nebo pozorování rozvrhneme s ohledem na roční období a vegetační sezónu. Na zimu můžeme počítat s laboratorními pokusy, zpracováním materiálu. Vymezíme určitou dobu pro statistické zhodnocení výsledků a pro napsání konečné zprávy nebo diplomové práce. Musíme plánovat dostatečně opatrně, volit

vhodné termíny a hlavně zajistit ukončení práce alespoň na hlavních problémech do určené doby.

Podle tohoto rámcového plánu si pak stanovíme konkrétní úkoly vždy na kratší období. Tyto úkoly už nám určuje sám postup práce, který někdy ukáže nesprávnost našich původních představ a donutí plán přepracovat, chceme-li dosáhnout žádaných výsledků.

Na základě plánu práce naplánujeme a objednáme též chemické sklo, chemikálie, drobné i velké přístroje, z nichž nám budou některé dodány až po určité době. Také si musíme rozmyslet, zda budeme potřebovat pokusný pozemek, musíme-li se vyškolit v nějaké metodice nebo v určování určitých parasitů na cizím pracovišti, kolikrát asi pojedeme pracovat do terénu apod.

Dobrý plán znamená mnoho myšlení a často na něm záleží úspěch celého výzkumu.

Volba a vyzkoušení metod

I když pro náš úkol nemusíme vypracovávat zcela novou metodiku nebo když nějakou podobnou metodu jen přizpůsobujeme, musíme vždy dbát na několik věcí:

1. Je třeba pracovat pokud možno moderní metodou. Existuje-li v literatuře použitelný postup z r. 1956, nebudeme pracovat metodou z r. 1902.

2. Užijeme nejnovějších přístrojů. Máme-li k disposici Beckmanův spektrofotometr, nebudeme měřit na Dubosqueově kolorimetru. Ale naopak: nezavrhneme metodu jen proto, že nemáme v laboratoři právě popisovaný typ přístroje. Mnoho stanovení a měření lze provádět na nejrůznějších přístrojích, uděláme si předem srovnávací kalibrační křivky a vypočteme chybu metody.

3. Metodu vyzkoušíme na vhodném modelovém materiálu (třeba čistých chemikáliích) i na podobném materiálu, s jakým budeme pracovat. Nikdy nezkoušíme až při prvním pokuse!

4. Metoda pro běžná a častá stanovení musí být sériová, rychlá a přitom dostatečně přesná.

5. Zjistíme, s jakou přesností můžeme s metodou pracovat. Chyba metody musí být několikrát menší než předpokládané rozdíly mezi pokusnými a kontrolními variantami. Při velké chybě metody mohou být naše výsledky zcela neprůkazné (viz např. Cochran a Cox 1957, str. 15—31).

6. Máme-li výsledky měření nebo chemických analys navzájem srovnávat, musí být touž metodou pracováno vždy za stejných podmínek. Rozdíly v teplotě, počtu otáček centrifugy, době inkubace, dělení okulárního měřítka apod. mohou naše výsledky zkreslit.

7. Máme-li možnost zvolit si pokusný materiál, vybereme geneticky ustálené rostliny (vyšlechtěné odrůdy hostitele i kmeny hub).

8. Určovat podle klíčů se naučíme na spolehlivě určeném materiálu, jaký je vydáván třeba v mykotékách a kulturách hub (viz str. 674). Nejlépe je dát se poučit odborníkem na určitou skupinu hub.

9. Každá metoda se nehodí pro každý objekt. Zjistíme-li např. během výzkumu výskyt choroby na další hostitelské rostlině, musíme na ni všechny užívané metody znovu orientačně vyzkoušet.

10. Vyzkoušení metodik patří k vlastní vědecké práci, a proto si o něm vedeme stejně dobré záznamy jako o hlavních pokusech (viz str. 650).

Zakládání a vedení vlastních pokusů

Jak pokusy založíme, takové budou i výsledky. Zhodnotit správně výsledky ze špatného pokusu je někdy nadlidská práce.

O správném založení pokusů najde čtenář podrobné informace v dostupných knížkách Hrubého a Konvičky (1954), Macka a Pokorného (1954), Myslivce (1957), Roda a Vágnerové (1958) a dalších příručkách, které jsou uvedeny např. v článku Šestákově (1958). Proto připomeneme jen to hlavní:

Tzv. orientační pokusy nám poskytnou skutečně jen orientaci. I ve fytopatologii platí to, co bylo napsáno o pokusech fotosynthetických: „Význam mají jen pokusy prováděné pravidelně po dosti dlouhou dobu. Tak zvané orientační pokusy jsou v tomto oboru obyčejně bezvýznamné, ba mohou být i nebezpečné, poněvadž svádějí snadno k nepodloženým dedukcím." (Prát 1941.)

Každý pokus musí mít kontrolní variantu, se kterou pokusné varianty srovnáváme, tedy rostliny pěstované bez přidání živin, neinfikované, neošetřené fungicidem apod. Tyto rostliny však pěstujeme za stejných ostatních podmínek, tj. stejně je zaléváme apod. Při častěji opakovaném postřiku vodným roztokem třeba nějakého fungicidu musíme i kontroly postříkat stejnou dávkou vody, ale bez fungicidu, protože sama voda může změnou vodního režimu vyvolat metabolické změny u rostlin pokusných variant. Atd.

Žádný pokus nelze udělat jen tak „jednou na čisto". Výsledek může ovlivnit řada faktorů, jako jsou odlišné půdní podmínky, hladina podzemní vody, různá svažitost půdy, převážný směr větru, osvětlení (např. stíny lesa), různá teplota různých míst v termostatu, vzdálenost od osvětlovacího tělesa, poškození nečekanými škůdci (i člověkem) apod. Vliv těchto nepředpokládaných faktorů, které ovlivňují růst pokusných rostlin (hostitele i parasita) musíme odstranit několikerým opakováním každé pokusné varianty i kontroly. Opakování rozmístíme na pokusném poli nebo v laboratoři podle náhodného výběru (vylosováním) nebo do pravidelně seřazených obdélníků či čtverců (blokové uspořádání, mřížové uspořádání, latinský čtverec). Mezi jednotlivými pozemky nebo pokusnými dílci musí být při polním pokuse cestičky, umožňující manipulaci s rostlinami. Rostliny na pokusných dílcích nebo v laboratorních pokusech musí být pěstovány v takovém množství, aby byl zajištěn dostatek kvalitního vyrovnaného materiálu.

I při práci v přírodě je třeba udělat dostatečně veliký počet pozorování, nasbírat dost materiálu pro průkazná měření a přesná určení. Nový druh je v kryptogamologii třeba popisovat na materiálu zachycujícím celou šíři jeho variability, ne tedy na malém počtu jedinců, navíc ještě ovlivněných individuálním výběrem. Rozsáhlejší materiál nám pomůže vyloučit přirozenou variabilitu rostlin, kterou si nesou do života už v semeni a výtrusu.

Vyloučit musíme také náhodnost rozložení na ploše, např. při stanovení množství spor v infekčním mediu v počítací komůrce musíme spočítat vždy více polí.

Při polních pokusech musíme vyloučit vliv klimatu, který může posunout optimální dobu pro rozvoj parasita a tím omezit jeho výskyt apod. Nejlépe je proto pokus opakovat ve 2 až 4 (podle potřeby) za sebou jdoucích letech.

I v průběhu pokusu se o něj musíme starat: zabezpečit rovnoměrnou zálivku, odstraňovat plevely, pečlivě ošetřovat, aplikovat postřiky apod. Musíme si všímat fenologie hostitele i parasita, zapsat datum jejich růstových a vývojových fází.

Při skončení pokusu je pak třeba odebrat rovnoměrný charakteristický vzorek, který zahrnuje malé i velké, dobré i horší jedince. Někdy sklízíme celé pozemky nebo varianty, jindy odebereme jen určitý díl. Vzorky dobře zabalíme a označíme.

Že je při analysách a měřeních třeba dbát nejvyšší přesnosti, snad ani není třeba připomínat. To platí i pro přípravu mikroskopických preparátů, pěstování kultur apod.

Někdy nemůžeme všechny analysy udělat sami v potřebném čase a potřebujeme spolupráci kolegy nebo pomocné síly. Metodu jim musíme dobře objasnit a jejich práci kontrolujeme. Dbáme na to, aby se postup práce všech zúčastněných pracovníků navzájem nelišil, snažíme se odstranit tzv. „individuální chybu" (standardní nepřesnost v měření, srovnání barev atd. u různých osob).

Protokoly

Nejdůležitější při pokuse není pokus sám, nýbrž poznámky o něm, velice přesné kvantitativní poznámky inkoustem. Každý pokus musíme zaznamenat tak, abychom si ho mohli kdykoliv rekonstruovat. Zapíšeme proto datum a cíl pokusu, při prvním pokuse podrobně a při opakování pokusu jen ve zkratce nebo odkazem metodiku, podmínky pokusu (teplota, vlhkost, světelné podmínky apod.), průběh pokusu (poznamenáme všechny podrobnosti, které někdy v budoucnu mohou mít pro hodnocení pokusu cenu, třeba náhlou změnu barvy mycelia, přechodné zastavení šíření choroby apod.). Hodnoty získané měřením, vážením, při chemických analysách apod. si zapisujeme do tabulek s tak velkým počtem sloupců, abychom k nim ještě mohli připsat přepočty podle vzorců, kalibračních křivek apod.

Do protokolů patří samozřejmě i plánek rozložení pokusných variant v polním pokuse, záznamy o počasí v období kritickém pro výskyt choroby aj.

Zařadíme také grafy (pracovní i výsledné) a fotografický materiál. Fotografovat se vyplatí všechny zajímavosti pozorované během pokusu. Někdy jsou to jediné důkazy správnosti našich výsledků. K protokolům patří také chromatogramy na papíře, autoradiogramy, elektroforetogramy, záznamy měřicích přístrojů. Obvykle mají větší rozměr než protokoly, a proto je uložíme zvlášť, očíslujeme a do protokolů zaneseme jejich čísla.

Ihned po skončení určitého pokusu připojíme do protokolu předběžné výsledky, názory, nápady, podněty pro další práci. Ačkoliv je mnohdy už příštím pokusem vyvrátíme, jsou cennou pomůckou při konečném hodnocení výsledků.

Protokoly píšeme při pokuse hned načisto tak, aby byly přehledné, čitelné a jasné. Přepisování (zejména na psacím stroji) není výhodné a vede někdy k nedbalému psaní původního záznamu, ve kterém pak některé závažné skutečnosti chybějí.

Protokolem jsou také záznamy o pozorováních v přírodě, geobotanické snímky, záznamy lokalit v mapách. Důležitý materiál sebereme, zabalíme tak, aby se nepomíchal (normální obálky z tužšího papíru nebo mykology hojně užívané obálky složené z listu papíru). Obálku zřetelně označíme předpokládaným jménem rostliny (přesně určujeme většinou až v laboratoři), datem sběru, lokalitou a hostitelem. Lokalitu zapíšeme co nejpřesněji, připojíme podrobnosti („na ztrouchnivělé větvi", „celá rostlina je zakrslá" apod.). Tyto poznámky na sebraném materiálu nahrazují často protokol. Nikdy nevysbíráme celou lokalitu, protože tím vyloučíme možnost dalšího pozorování biologie parasita během ontogenetického vývoje. Nahradíme-li sebrání materiálu fotografickým snímkem (větší objekty), zapíšeme přesně všechny poznámky a po zhotovení positivu je přeneseme na jeho zadní stranu. To platí též pro mikrofotografii.

Protokoly nepíšeme nikdy na útržky papíru; jejich ztrátu lze ještě tíže nahradit než u výpisků z literatury. Můžeme použít sešitů nebo volných listů papíru stejného formátu, které ukládáme do desek (popřípadě s pérovým hřbetem); nejlepší jsou opět kroužkové bloky (viz obr. 229), do nichž můžeme dodatečně doplňovat další listy papíru pro výpočet výsledků, pokusy a pozorování lze seřadit podle významu. Na laboratorním stole pak může ležet jen jeden vyjmutý list papíru, takže ostatní protokoly jsou uchráněny před možným poškozením. Také do terénu můžeme vzít s sebou jen blok s čistými listy papíru.

Pro pokusy a pozorování v terénu je nejlepší formát A5, který se dobře přenáší a drží v ruce. Při laboratorní práci dáme přednost rozměru A4, který dovoluje přehlednější záznamy a větší tabulky.

Jednotlivé pokusy se vyplatí očíslovat nebo označit písmeny a toto označení zapsat do pracovního deníku nebo pořídit seznam pokusů a pozorování na začátku protokolů. Usnadní to orientaci ve výsledcích.

Průběžné studium literatury

Kdybychom se spokojili s literární rešerší, kterou jsme si pořídili na počátku řešení úkolu, mohli bychom se dočkat nemilého překvapení: po třeba několikaleté práci by nás oponent naší zprávy mohl upozornit na to, že obdobné výsledky již zatím někdo publikoval a že jsme třeba pracovali zbytečně. Výzkumný pracovník nesmí nikdy přestat sledovat literaturu o svém problému.

Prohlížíme proto pravidelně podle obsahů na obálkách nově vydaná čísla hlavních časopisů z našeho oboru (viz str. 657—662), probereme též příslušné kapitoly v nových číslech bibliografických a dokumentačních časopisů. Dobrou pomůckou je např. cyklostylovaný „Výběr bibliografie z domácí i zahraniční literatury", vydávaný dokumentačním oddělením Čs. akademie zemědělských věd, informující o nové časopisecké produkci, která je dostupná v Ústřední zemědělské a lesnické knihovně v Praze. Pro fytopatologa jsou důležité řady IV (Rostlinná výroba) a IX (Základní a pomocné vědy). O knižních přírůstcích našich knihoven informují zvláštní

časopisy („Nové knihy zemědělských knihoven", od r. 1959 pod názvem „Přehled knižních novinek zemědělských a lesnických" apod.).

Nově prostudovanou literaturou doplňujeme naši rešerši a shrnutí poznatků z literatury a řídíme podle ní i pokusnou práci.

ZHODNOCENÍ A UVEŘEJNĚNÍ VÝSLEDKŮ PRÁCE

Biometrické zhodnocení výsledků

O využití statistiky při hodnocení výsledků biologických pokusů bylo již napsáno mnohé. Na příslušnou literaturu jsme poukázali už na str. 649 (kapitola „Zakládání a vedení vlastních pokusů"), protože založení pokusu a zhodnocení jeho výsledků spolu přímo souvisí. Statistické zhodnocení vyloučí přirozenou proměnlivost hostitelů i parasitů, vymezí vliv půdních a klimatických faktorů na výsledek. Můžeme si určit střední chybu našich pozorování, průkaznost rozdílu mezi dvěma variantami, pravděpodobnost určitých zákonitostí výsledků apod.

Jde o věci všeobecně známé. A přece — kolik zpráv a publikací by neobstálo, kdybychom jejich výsledky podrobili statistické analyse!

Ještě před časem vládl názor, že statistické metody mají oprávnění nejvýše při sledování variabilních biologických znaků. Nesprávnost této představy dokazuje vzrůst počtu publikací o statistickém hodnocení v chemii (viz přehledné referáty Mandelovy a Linningovy 1956 a 1958). O významu statistického hodnocení v biologii názorně pojednává Hartová (Harte 1955).

Statistické hodnocení zapisujeme do protokolů k příslušným pokusům. Při počítání využijeme logaritmických tabulek, při menší požadované přesnosti logaritmického pravítka. Pro rozsáhlejší počítání je nejlépe užít počítacích strojů. Výhodné jsou ty typy, které sčítance současně píší na pruh papíru, jejž můžeme přiložit k protokolům a kdykoliv zkontrolovat.

Sestavení zprávy nebo publikace

Výzkumná zpráva (diplomová práce, disertace, zpráva o řešení úkolu se skládá obvykle z:

a) úvodu, ve kterém vytyčíme zadané thema a položíme základní otázky (nevyplývají-li až z přehledu literatury);

b) přehledu literatury, který může být s úvodem spojen v jeden celek. Nyní poznáme výhodu dobře zpracované a shrnuté literární rešerše. Literaturu členíme podle jednotlivých otázek (ne podle publikací), vyzdvihujeme výsledky pro naši práci důležité, citujeme číselný materiál. Někdy užijeme chronologického postupu. Ve zprávách určených pro tisk omezíme literaturu na publikace, které jsou v přímém vztahu k naší problematice, abychom nezabrali mnoho místa v časopise. V textu citujeme publikace jménem autora a rokem vydání (jako v této učebnici) nebo (pro úsporu místa) jen čísly, shodnými s očíslovaným seznamem literatury na konci zprávy. Informace, které jsme získali v rozhovoru nebo v dopise od jiného pracovníka, uvedeme jako „ústní (soukromé) sdělení". Musíme citovat i použité rukopisy („dosud nepublikováno") nebo strojopisy (cizí diplomové práce apod.);

c) soupisu metodik a materiálu, kde uvedeme materiál použitý v pokusech (přesně i odrůdu hostitele, kmen houby, kultivační podmínky aj.). Metody popíšeme podrobně, ale stručně a věcně. Bylo-li použito beze změny metody popsané v nějakém kompendiu, stačí odkaz na pramen, ale přesný (vždy i stránku v knize!). Uvedeme způsob založení pokusu a obecné podmínky pokusu, způsob pozorování;

d) výsledky pozorování a pokusů, popisy nových druhů hub. Nejde o opsání protokolů, ale o obecné závěry z bohatého materiálu. Výsledky shrneme do přehledných tabulek, popřípadě uvedeme jen výsledek jednoho typického pokusu. Uvedeme, zda a jak jsou výsledky statisticky průkazné. Popis nově zjištěného druhu parasita podáme podle mezinárodních zvyklostí (Dostál 1957). Určovací znaky a klíče musí být jasné, nesmějí dovolit dvojí výklad. U symptomů je třeba pamatovat na proměnlivost v různých podmínkách;

e) diskuse, kde rozebíráme vlastní výsledky a srovnáváme je s literárními údaji. Nesmíme operovat slovy, ale výsledky. Názory jiných autorů je v diplomových pracích lépe podložit citátem v původním jazyce;

f) závěrů a souhrnu, které jsou odpovědí na položené otázky a shrnutím celé práce a jejího významu;

g) seznamu použité literatury, nejlépe abecedního podle autorů; zřídka je výhodnější chronologické uspořádání. Citujeme způsobem uvedeným na str. 643, někdy citace očíslujeme (viz b).

V jistých případech (metodické práce aj.) lze shrnout některé části textu v jeden celek (např. c + d + e), jindy se může v jedné zprávě několikrát opakovat oddíl metodiky, výsledků i diskuse (řešení komplexní problematiky).

Vědecká práce se musí vyznačovat neobyčejně jasným vyjadřováním. prostým a přesným slohem. Věty mají být krátké, bez zbytečných slov, výsledky musí být vyjádřeny kvantitativně. Jak napsal S. Prát (1949): „Máme velmi mnoho slov, jež jsou jenom slova, to je neznamenají nic nebo skoro nic; někdy je velmi pohodlné užívati takových slov. Naproti tomu čísla jsou vždy jednoznačná, značí velmi určité a definované hodnoty určitého, neměnitelného významu." (Str. 186.) Někdy je výhodné čísla shrnout do tabulek, jindy se lépe osvědčí grafické znázornění. Jasným důkazem bývají fotografie, zejména u mikroskopických preparátů. Dokonalou kresbu (pérovku) ovšem nelze podceňovat: autor může výrazně odlišit detaily, na které poukazuje. Názorná jsou schémata (třeba reprodukčních cyklů, chemických reakcí).

Důležité je také to, aby se text řídil přísně zákony logiky. Tvrzení musí být uspokojivá, nesmějí být věcně ani větně chybná, musí být úplná, důkazy pádné a jednoznačné. Na běžné chyby vyjádření v rostlinné fysiologii, jimž podobné se vyskytují i ve fytopatologii, vtipně upozorňuje učebnice Curtisova a Clarkova (1950, str. 698—705).

Pečlivě je třeba vyvarovat se chyb v názvosloví. Musíme užívat platných jmen rostlin a živočichů v českém i v latinském jazyce s uvedením autorova názvu (viz Šesták 1957a). Odborné výrazy musí být správné. Ve sporných případech je možné obrátit se na názvoslovnou komisi při Čs. akademii zemědělských věd v Praze, která také vydává cyklostylovaný dvouměsíčník „Názvoslovný zpravodaj zemědělský".

Při sestavování zprávy si musíme uvědomit cíl, pro který je určena.

Diplomová práce nebo disertace je poměrně rozsáhlá, má bohatý seznam literatury, podrobně popsanou metodiku a výsledky, nevynechává pokud možno žádné pokusy. Připravujeme-li publikaci pro tisk, musíme vědět, jakému okruhu čtenářů je určena. I mezi vědeckými časopisy snadno postřehneme rozdíly ve stylu. Pro některé časopisy (Naturwissenschaften, Nature, Experientia) se píší pouze kratičká sdělení, která vyjdou tiskem během dvou měsíců, což je důležité pro prioritu objevu. Všeobecně však platí, že publikace mají být krátké. Dlouhé články dnes téměř nikdo nečte. Práce s širokou thematikou je lépe rozdělit na několik kratších, thematicky omezených sdělení.

O přípravě rukopisů a jejich úpravě pro tisk existuje mnoho dobrých publikací. Zmiňme se pouze o Prátově (1933), Wistar Institute v USA (1934), Jarolímkově (1941a), Lorencově (1946), Dobrovolného (1953), publikaci „Úprava rukopisů...“ (1956), knížce Šaldově (1957), článku Herinkově (1958).

Literatura použitá a doporučená

Bečka J., Foch V.: Soupis cizozemských periodik v knihovnách Československé republiky. Praha 1929.

Cochran W. G., Cox G. M.: Experimental designs. 2nd Ed. New York - London 1957.

Crane E. J., Patterson A. M., Marr E. B.: A guide to the literature of chemistry. 2nd Ed. New York - London 1957.

Curtis O. F., Clark D. G.: An introduction to plant physiology. New York - Toronto - London 1950.

Die Dokumentation und ihre Probleme. Leipzig 1943.

Directory of microfilm and photocopying services. The International Federation for Documentation no. 214. Haag 1950.

Dobrovolný B.: Jak psát rukopisy a korektury pro tisk. Praha 1953.

Dokumentace a desetinné třídění. (Skriptum.) Praha 1947.

Domin K.: Pracovní metody soustavné botaniky. Praha 1947.

Dostál J.: Botanická nomenklatura. Praha 1957.

Gut J., Hudlický M., Protiva M., Herout V.: Literatura a protokoly. V knize Keil B. (red.): Laboratorní technika organické chemie. Str. 703—730. Praha 1954.

Harte C.: Variabilität und statistische Behandlung physiologischer Experimente. V knize Handbuch der Pflanzenphysiologie (ed. W. Ruhland). Str. 69—122. Berlin - Göttingen - Heidelberg 1955.

Herink J.: Věcná a formální stránka vědeckých publikací. Česká mykologie 12: 54 až 58, 1958.

Hořejší J.: Jak studovat. Racionalisace sebevzdělání. II. stupeň. 3. vyd. Praha 1941.

Hrubý K., Konvička O.: Polní pokusy, jejich zakládání a hodnocení. Olomouc 1954.

Jarolímek V. A.: Od rukopisu k rotačce. 2. vyd. Praha 1941a.

Jarolímek V. A.: Organisace sebevzdělání. Praha 1941b.

Koblitz J.: Methoden der Aufbereitung des Inhalts von Dokumenten. Dokumentation 3: 71—78, 1956.

Kříž F.: Desetinné třídění, jeho princip a použití. Brno 1944.

Lazecký F.: Fytopatologická literatura v Ústřední zemědělské a lesnické knihovně ČSAZV. Přednáška na II. konferenci čs. mykologů. Brno 1957. Cyklostyl.

Nové knihy zemědělských knihoven 3, č. 7—10: obálka, 1957.

Lomský J. (red.): Soupis cizozemských periodik technických a příbuzných v knihovnách Československé republiky.
I. díl — A—L. Praha 1956.
II. díl — M—Ž. Praha 1956.
III. díl — Doplňky, dodatky, rejstříky. Praha 1958.

Lorenc M.: Autor píše knihu. Praha 1946.

Macek J., Pokorný V.: Zakládání a hodnocení biologických pokusů. Praha 1954.

Mandel J., Linnig F. J.: Statistical methods in chemistry. Analytical Chemistry 28: 770—777, 1956.
Analytical Chemistry 30: 739—747, 1958.
Mayerhöfer H.: Úvod do bibliografie technické literatury. Díl I a II. Praha 1956.
Medonos S.: Dokumentace a knihovny. Praha 1947.
Microfilms and microcards: their use in research. A selected list of references. Washington 1950.
Mikołajski M.: Bemerkungen über die Entwicklung einer Dokumentationskartei mit Lochkarten. Dokumentation 3: 128—132, 1956.
Myslivec V.: Statistické metody zemědělského a lesnického výzkumnictví. Praha 1957.
Orosz G.: Übersicht über die Problematik der Dokumentationsselektoren. Dokumentation 1: 173—178, 1954.
Orosz G.: Neue Methoden der Dokumentationsselektion vermittels Lochkartenmaschinen. I, II. Dokumentation 2: 21—26, 41—49, 1955.
Osmólska S.: Kartoteka dokumentacyjna. Warszawa 1955.
Palivec V.: Bibliografické zkratky. Praha 1958.
Pescht W.: Das Zeiss-Dokumator-System — ein Mittel moderner Dokumentation. Dokumentation 1: 17—25, 1953.
Prát S.: Příprava rukopisu pro tisk. Praha 1933.
Prát S.: Asimilace. V knize Klika J.: Praktikum rostlinné sociologie. Praha 1941.
Prát S.: Fysikální a chemická fysiologie. V knize Němec B., Prát S., Kořínek J.: Učebnice anatomie a fysiologie rostlin pro farmaceuty a přírodopisce. Praha 1949.
Rod J., Vágnerová V.: Základy biometriky. Praha 1958.
Seznam odborných časopisů objednaných na rok 1956 v zemích s neplánovaným hospodářstvím. Praha 1956. (Rozmnožené vydala Knihovna vysokých škol technických.)
Seznam odborných časopisů 1954—1957 a časopisů objednaných na rok 1958. Praha 1957. (Rozmnožené vydala Knihovna vysokých škol technických.)
Skalický V., Smejkal M., Špaček J., Juriš Š.: Bibliographia botanica Čechoslovaca XIII. Preslia 27: 188—203. 1955.
Šalda J.: Od rukopisu ke knize a časopisu. Praha 1957.
Ščerbakova A. A.: Dissertacionnyje raboty sovetskich botanikov za period s 1944 do 1953 g. Bot. Ž. 40: 256—280, 867—910, 1956.
Šesták Z.: Užívejme správných jmen rostlin a živočichů! Přehled zahraniční zemědělské literatury 7 (4): 3. str. obálky, 1957a.
Přehled československé zemědělské literatury 4 (4): 3. str. obálky, 1957a.
Šesták Z.: Za lepší využití bibliografických a dokumentačních časopisů. Věstník ČSAZV 4: 441—442, 1957b.
Šesták Z.: K citování literatury ve vědeckých publikacích. Přehled zahraniční zemědělské literatury 7 (10): 2.—3. str. obálky, 1957c.
Šesták Z.: Zakládání, vedení a hodnocení zemědělských pokusů. Přehled zahraniční zemědělské literatury 8: 721—725, 1958.
Toman J.: Využívání technických informací. (Metody dokumentační práce.) Praha 1958.
Uber F. M.: Avoid fruitless experiments. V knize Biophysical research methods. Str. 1—38. New York 1950.
Ulbricht H.: Organisation und Technik der Bilddokumentation in einem Forschungsinstitut — Erfahrungen und Hinweise. Dokumentation 1: 39—47, 1953.
Úprava rukopisů a pravidla matematické a chemické sazby. Seznam liter pro jazykovědné texty. Brno 1956.
Walker J. S.: Organisace činnosti duševního pracovníka. Praha 1926.
Wistar Institute Style Brief. Philadelphia 1934.
Zschokke H.: Erfahrungen mit einfachen Hilfsmitteln (Rand-, Schlitz- und Sichtlochkarten). Chimia 12: 174—179, 1958.

PŘEHLED FYTOPATOLOGICKÝCH ČASOPISŮ, DOKUMENTAČNÍCH ČASOPISŮ, SBÍREK A JINÝCH PRAMENŮ DŮLEŽITÝCH PRO FYTOPATOLOGII

V této kapitole se omezíme na konkrétní prameny práce fytopatologa, popřípadě mykologa. Zvláště důležité prameny jsou označeny hvězdičkou (je tam obvykle obsažena další literatura zde neuváděná), popřípadě jsou komentovány poznámkou v hranaté závorce. Dosud je nutno, aby si pracovníci ve fytopatologii vyhledávali literaturu ke svým problémům sami. Zejména pro ně jsou určeny uvedené prameny. Seznam periodik (i důležitých knih) je podstatně větší, poněvadž mnoho důležitých prací bylo otištěno v botanických, biologických, přírodovědeckých, zemědělských či lesnických periodikách. Bude-li někdo hledat literaturu týkající se viros, bude čerpat hojně i z literatury entomologické. Při studiu fytopatologických otázek spojených se šlechtěním na resistenci vůči chorobám je třeba věnovat hlavní pozornost spíše časopisům genetickým a šlechtitelským (např. Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, Der Züchter, Genetics, Euphytica atd.). Ve velkých časopisech širšího rozsahu (jako např. American Journal of Botany, Gardeners' Chronicle, Science, Doklady AN SSSR, Acta agriculturae scandinavica, Journal of Agricultural Research, Mikrobiologija, Le Botaniste) najdete třeba podstatně více závažných článků k řešení svého fytopatologického problému než v mnoha těch, které jsme v seznamu uvedli jen proto, že to je periodikum mykologické nebo fytopatologické. Názvy neuvedených periodik s údaji o jejich zastoupení v československých knihovnách si může každý pracovník zjistit v soupisech zahraničních periodik (viz str. 669).

Důležitým studijním pramenem jsou základní monografie jednotlivých houbových skupin. Zde odkazujeme jednak na bohatou speciální literaturu v této knize, jednak na nedávno vyšlou příručku mykologie K. Cejpa „Houby" I—II, kde je uveden rozsáhlý přehled hlavní studijní literatury k jednotlivým houbám. Učebnice, které mají význam hlavně v tom, že umožňují získat rychle nějakou informaci, neuvádíme; je jich příliš mnoho a citovat třeba jen jejich výběr by znamenalo podstatně rozšířit beztoho již značně velký rozsah této kapitoly.

Zkratky: BÚ = knihovna Katedry botaniky biol. fak. univ. Karl. (dříve Botanického ústavu univ. Karl.) Praha 2, Benátská 2; ČsBS = knihovna Československé botanické společnosti, Praha 2, Benátská 2.

→ periodikum je dosud vydáváno.

— 19 (= 45) 1952/3 ‖ = přestalo vycházet 3. číslem 19. ročníku (celé řady 45. ročníku) za rok 1952.

PŘEHLED MYKOLOGICKÝCH A FYTOPATOLOGICKÝCH PERIODIK

Do tohoto přehledu zahrnujeme i několik časopisů s poněkud širším zaměřením daným názvem časopisu, avšak prakticky se týkajících oborů mykologie a fytopatologie.

Acta instituti defensionis plantarum Latviensis, Riga (Latvijas auguaizsarazibas instituta raksti) 1 (1930) →

Acta mycologica hungarica (Magyar gombaszati Lapok), Budapest

Acta phytopathologica sinica, ed. Academia sinica, Peking, 1 (1955) →

Acta virologica, Praha, 1 (1957) → [týká se virologie celé, nejen fytopatologické]

Advances in pest control research, New York, 1 (1957) →

Advances in virus research, New York, 1 (1953) — 5 (1957) →

l'Amateur de champignons, Paris, 1 (1908) — 1926 ‖ [BÚ]

Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen, Berlin, 1 (1924) — 15 (1943) ‖

Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen, Braunschweig (Beilage zum Nachrichtenblatt f. deutsch. Pflanzenschutzdienst, Braunschweig, ser. n.) 1 (1949) → [ČsBS]

Annales cryptogamici et phytopathologici, ed. Chronica botanica, Waltham, Mass., USA 1 (1944) — 11 (1954) →

Annales de cryptogamie exotique, Paris, 1 (1928) — 8 (1935), dále pokračuje pod názvem Revue de mycologie, Paris.

* Annales des épiphyties, Paris:
1 (1912) — 19 (1933) pod názvem: Annales du service des épiphyties, Paris,
1 (1934) — 5 (1939) pod názvem: Annales des épiphyties et de phytogénétique, ed. Institut national de la recherche agronomique Paris,
1 (1950) → pod názvem: Annales de l'institut national de la recherche agronomique ser. C: Annales des épiphyties

Annales instituti protectionis plantarum (= Növényvédelmi kutató intézet évkönyve) Budapest 5 (1950) ed. 1952 → [sign. Ústř. zeměd. a lesn. knihovny: D 19797]

* Annales mycologici, Berlin 1 (1903) — 44 (1943) ‖ Od 1 (1947) jako ser. II. Sydowia

Annali di fitopatologia, Roma, 1 (1952) →

Annals of the phytopathological society of Japan, Tokyo →

Annual report of the Canadian plant disease survey, Ottawa →

Annual report of the Izmir-Bornova plant protection institute (for year 1952) ed. 1953 →

Archiv für die gesammte Virusforschung, ed. Springer-Verlag, Wien →

Archiv für Virusforschung, Wien, 1 (1940) → ?]

Archivio triennale del Laboratorio di botanica crittogamica della universita di Pavia 1 (1871) — 1888, dále pokračuje pod názvem Atti dell' Instituto botanico e laboratorio crittogamico ... univ. di Pavia 1888 → [BÚ od 1 (1888)]

Archivos do Instituto biológico de defesa agricola e animal, São Paulo 1 (1928) →

Asa Gray bulletin, Cambridge, Mass. USA 8 (1900) → ? ‖

Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Bern - Zürich 1 (1898) → [sbírka monografií, viz mykoflóry]

Berichte des Ohara Instituts für landwirtschaftliche Forschungen, Kuraschiki, Nippon, Japan 1 (1916—20) → [ČsBS]

Bericht über die Ergebnisse der deutschen landwirtschaftlichen Pflanzenschutzforschung, Bonn, až do 1950; od 1951/54 → pokračuje pod názvem Forschungen auf dem Gebiet der deutschen landwirtschaftlichen Pflanzenschutzforschung, Bonn

Bericht über die Tätigkeit der Bundesanstallt für Pflanzenschutz, Braunschweig 1951 →

Biuletin ochrony roślin, ed. Instytut ochrony roślin. Poznań, 1 (1957) →

Bjulleten' naučno-techničeskoj informacii po zaščite rastenij, Kijev, no. 2 (1957) →

Boletín de patologia vegetal y entomologia agricola, Madrid [dříve jako: Boletín de la estación de patologia vegetal] 1 (1926) →

Boletín di fitosanitaria (Brazil) 1 (1951) →

* Bolezni rastenij, Leningrad (s latinským podtitulem: Morbi plantarum) 1 (1904) — 19 (1930) ‖ [BÚ]

Bolletino della stazione di patologia vegetale di Roma, Firenze (dříve Bolletino mensile della reale stazione vegetale Roma) 1 (1921) →

* Botaničeskije materialy otdela sporovych rastenij botaničeskogo instituta Moskva - Leningrad 1 (1922) →

* Bragantia, São Paulo, 1 (1941) ➔ [má prof. Cejp]
Broteria, Lisboa; v r. 1953 vyšel tento svazek: 22 ser. n. (= 49) (1953) ➔
Bulletin de la Société des naturalistes d'Oyonnax no. 1 (1947) ➔ [má prof. Cejp]
* Bulletin de la Société de pathologie végétale de France, Paris, 1 (1914) — 9 (1922); dále od 10 (1923) jako Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole de France ➔
Bulletin du Bureau des renseignements agricoles et des maladies des plantes, Roma [sign. Univ. knih. Praha: 17 D 475] (tentýž časopis pod anglickým podtitulem: Bulletin of the Bureau of agricultural intelligence and of plant diseases, Roma) 1 (1910) — 13 (1922) ‖
* Bulletin trimestriel de la Société mycologique de France, Paris, 1 (1885) ➔
Centralblatt viz Zentralblatt
Chimičeskije sredstva zaščity rastenij (Sbornik perevodov iz inostrannoj periodičeskoj literatury), Moskva, 1958, no. 1 ➔
Choroby i szkodniki roślin, ed. Komitet ochrony roślin, Warszawa, 1 (1925) ➔ ? ‖
Commonwealth phytopathological news, ed. Commonwealth mycological institute Kew, 1 (1955) ➔
Communicado do Instituto de micologia universidad Recife 1 (1957) ➔
Contributions from the Department of plant pathology, Copenhagen ➔
Časopis českých houbařů (dnes Mykologický sborník), Praha, 1 (1920) ➔
* Česká mykologie, Praha, 1 (1947) ➔
Deutscher Pflanzenschutzkalender, Magdeburg ➔
Distribution maps of plant diseases, ed. Commonwealth mycological institute Kew, map. 1—350 (1957) ➔
Experiment station record, ed. U. S. department of agriculture, Washington, 1 (1875) — 95 (1946) no. 6 ‖
* Farlowia, Cambridge, Mass., USA, 1 (1943) — 5 (1950—1955) ‖ [BÚ]
Flugblatt der Biologischen Bundesanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, Braunschweig, 1951 ➔ (předtím jako Flugblatt d. biol. Zentralanstalt Braunschweig)
Flugblatt der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien, no. 1 (1945) ➔
Flugblatt der Biologischen Zentralanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, Berlin, 1 (1953) ➔
Flugblatt der Pflanzenschutzamt, Hannover, 1 (1945) ➔
Flugblätter des deutschen Pflanzenschutzdienstes in Süd- und Südwestdeutschland, ed. Biol. Anstalt Heidelberg - Wiesloch und Inst. f. Pflanzenschutz d. landwirtsch. Hochschule Stuttgart - Hohenheim, Stuttgart, 1 (1945) ➔
Folia cryptogamica, Szeged, 1 (1924) — 2 (1936) ‖
Forschungen auf dem Gebiet der deutschen landwirtschaftlichen Pflanzenschutzforschung, ed. Land- u. Forstwirtschaftlicher Forschungsrat e. V., Bonn f. J. 1951/54, ed. 1956 ➔
Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten und der Immunität im Pflanzenreiche, Berlin, 1925—1928 ‖, dále jako: Phytopathologische Zeitschrift, Berlin, 1 (1929) ➔
Forschungen der Pflanzenkrankheiten, Kyoto ➔
* Friesia, Nordisk mykologisk tidskrift, København, 1 (1932) ➔
Fungus, Wageningen — Eindhoven (ed. Nederlandse mycologische Vereiniging), 1 (1929) — 21 (1951) ➔
Gesunde Pflanze, Frankfurt a. M. ? ➔
Godišnji izveštaj Državnoga fitopatološkoga zavoda, Sarajevo, 1 (1925) — 3 (1928)
Handbuch der Virusforschung ➔
* Hedwigia, Organ für Kryptogamenkunde und Phytopathologie nebst Repertorium der Literatur, Dresden, 1 (1852) — 82 (1944) no. 1—2 ‖ [BÚ]
* Hilgardia, ed. California agricult. experimental Station, Berkeley, 1 (1925) ➔
Indian Phytopathologist 1 (1948) ➔
Institut voor plantenziekten Weltevreden [Nederland]. Bulletin no. 16 (1921) — 24 (1931)
* International bulletin of plant protection, ed. Internat. institute of agriculture, Roma, 1 (1927) — 20 (1946) ‖; dále Plant protection bulletin FAO, Roma
Izvestija severo-kavkazskoj krajevoj stancii zaščity rastenij, Rostov na Donu (změna názvu od 1938: Izvestija Rostovskoj stancii zaščity rastenij) 1 (1926) — 9 (1939) ? ‖ [částečně BÚ]

Izvestija terskoj okružnoj stancii zaščity rastenij, Pjatigorsk, 1 (1926) — 2 (1927) ? ‖ [BÚ]

* Jahresbericht über das Gebiet der Pflanzenkrankheiten, Berlin, 1 (1898) — 16 (1913) ‖ [Od r. 1 (1898) — 7 (1904) pod názvem Jahresbericht über die Neuerungen und Leistungen auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes, dále pod uvedeným názvem až do 16 (1913)]. Další navázání: Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur, Berlin, 1 (1914) ➔ (viz odstavec fytopatologické bibliografie)

Jahresbericht über Holzschutz gegen Holzpilze, tierische Schädlinge und Feuer, Stockholm, 1 (1936) ➔ ?

Jahresberichte der Pflanzenschutzämter, ed. Biol. Bundesanstalt Braunschweig, 1 (1952) ➔ [ČsBS]

Jahresberichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutz, Berlin-Dahlem, 1 (1892) — 1905 ‖

Ježegodnik svedenij o boleznjach i povreždenijach poleznych rastenij, Petersburg, 1 (1904) — 1917 dále změna názvu; viz Bolezni rastenij, Leningrad

Journal of mycology, Columbus, Ohio, 1 (1894) — 14 (1908) ‖; dále po spojení s Mycological bulletin pod názvem: Mycologia, New York, 1 (1909) ➔

Karstenia, Helsinki [ed. Suomen Sieniseura r. y.], 1 (1950) ➔ [má BÚ]

Die kranke Pflanze, ed. Sächsische Pflanzenschutzgesellschaft, Dresden, 1 (1924) — 21 (1944) ‖ [poslední ročníky má BÚ]

Kryptogamische Forschungen, München, ed. Bayerische botanische Gesellschaft, 1 (1916—26) — 2 (1929—35) ‖ [BÚ]

Lilloa, Revista de botánica, Tucumán, 1 (1937) ➔ [převážně mykologický časopis, má bot. odd. Národ. musea v Praze]

Lloydia, Cincinnati, USA, 1 (1936—38) ➔ [převážně kryptogamologický časopis]

Magyar Gazdasági Növényvédelem (Ungarische landwirtschaftliche Pflanzenschutz), Grinád (Pozsony), 1 (1905), 2 (1906).

Marcellia, Rivista internazionale di cecidologia, Avellino, Italia, 1 (1903) ➔

Materialy po mikologičeskomu obsledovaniju Rossii ‖

Materialy po mikologii i fitopatologii, Leningrad, 1 (1915) — 1932 ? ‖ [V BÚ vol. 8 (1929)/fasc. 2, ed. 1931]. Kromě uvedeného sešitu pravděpodobně není nikde v ČSR. Předchozí časopis je asi totožný s tímto po změně názvu po r. 1917

Meddelelser fra foreningen til svampekundskabens fremme, København, 1 (1912) — 4 (1930) ‖. Pokračuje jako Friesia, København

Mededeelingen van den plantenziektekundigen Dienst, Wagenningen, 1 (1916) ➔

Mededeelingen van het Laboratorium voor plantenziekten, Batavia, no. 1 (1912) — 40 (1920)

Mededeeling van het Laboratorium voor virologie, Landbouwgeschool Wageningen 1 (1957) ➔

Mededeelingen van het Phytopathologisch laboratorium „Willie Commelin Scholten", Baarn, Nederland no. 11 (1927) ➔

Memorie della Societa crittogamologica italiana, Varese, 1—2 (1883—1887) ‖

Merkblatt des Biologischen Bundesanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, Braunschweig, 1 (1950) ➔

Merkblatt des Pflanzenschutzamtes, Hannover 1 (1952) ➔

Merkblatt des Pflanzenschutzamtes der Landesregierung Sachsen-Anhalt, Halle (Saale), 20 (1947) ➔

Merkblatt für Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung, Berlin-Adlershof 1 (1948) ➔

Miscellaneous publications of the Commonwealth mycological institute Kew no. 14 (1956) ➔

Mitteilungen aus dem „Centraal bureau voor Schimmelcultures" Amsterdam [dále Baarn] 1 (1928) ➔

Mitteilungen aus der Biologischen Zentralanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 1 (1906) — [71 (1951)] ➔

Mitteilungen der Virusdokumentationsstelle, Wien, 1 (1955) ➔

Moniteuer international de la protection des plantes, Roma, viz International bulletin of plant protection, Roma (souběžný titul)

The mushrooms, ed. Centre de recherches sur les champignons, Institutes agronomiques de l'état, Gembloux, Belgique ➔

* Mycologia, New York, 1 (1909) ➔

Mycological notes, Cincinnati, USA, 1 (1909) ➔ ? ‖

Mycological papers of the Commonwealth mycological institute Kew, no. 69 (1957) ➔

Mycological writings, ed. Lloyd, Cincinnati, Ohio, 4 (1913—1916) — 7 (1922—1925). Totožné po změně názvu s Mycological notes ? Další navázání: Lloydia, Cincinnati, 1 (1937—38) ➔

* Mycopathologia et mycologia applicata, Haag, 1 (1938) ➔

* Mykologia, Praha, 1 (1924) — 8 (1931) ‖

Mykologische Untersuchungen und Berichte, Jena, ed. R. Falck, 1 (1913) — 2 (1916)

Nachrichten über Schädlingsbekämpfung, Wuppertal-Elberfeld, Frankfurt a. M., Leverkusen, 1 (1926) — 14 (1939) ‖ [prof. Cejp torso]

* Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes, ed. Biologische Bundesanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft Braunschweig, Stuttgart, 1 (1949) ➔ [ČsBS]

* Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst, Berlin, 1 (1921) — 23 (1943) |, dále jako Reichs-Pflanzenschutzblatt 1 (1943) — 3 (1945) ‖, dále pod původním názvem, ser. n. 1 (=27) (1947) ➔ [ČsBS]

Nagaoa, Mycological journal of the Nagao institute, Tokyo, no. 1 (1952) ➔ [prof. Cejp]

Naukovi praci Instytutu entomolohiji ta fitopatolohiji, Kyjiv, 1 (1950) ➔

Neuheiten auf dem Gebietes des Pflanzenschutzes, ed. Bundesanstalt f. Pflanzenschutz, Wien, 1 (1914) — 37 (1945) no. 5 ‖

Notiziario dell' malatti di piante, Roma ➔

Növenynédelem időszerü kérdései, Budapest, 1953 ➔

Ochrana cukrovky v roce 1949 50 —1952, ed. Výzkumný ústav cukrovarnický, Modřany u Prahy ‖

* Ochrana rostlin, Praha, 1—23 (1950) ‖. Dnes je fytopatalogii věnována jedině rubrika „Ochrana rostlin" v čistě populárním časopise „Za vysokou úrodu" [dříve Milotický hospodář] 1 (1953) ➔. Odborné fytopatologické práce vycházejí u nás dnes v nejrozmanitějších časopisech a sbornících naprosto roztříštěně

* Der Pflanzenarzt, ed. Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien 1 (1948) ➔

Pflanzenschutz, München, 5 (1953) ➔

* Pflanzenschutzberichte der Bundesanstalt f. Pflanzenschutz, Wien, 1 (1947) ➔

Pflanzenschutzbriefe, Frankfurt a. M. ➔

Pflanzenschutz-Tagung d. Biol. Bundesanstalt Braunschweig 1951 ➔

Pflanzenschutz-Tagung d. Biol. Zentralanstalt d. Deutsch. Akad. d. Landwirtschaftswissenschaften Berlin 12.—14. III. 1952

Der Pflanzenschützer, Wien, 1 (1955) ➔

Phytiatrie-Phytopharmacie 1 (1952) ➔

* Phytoma, revue de phytomédecine appliquée, Paris, 1 (1948) ➔

Phytopathological papers, ed. Commonwealth mycological institute, Kew, no. 1 (1956) ➔

* Phytopathologische Zeitschrift, Berlin, 1 (1929) ➔ [navazuje na: Forschungen aus dem Gebiete d. Pflanzenkrankheiten u. d. Immunität im Pflanzenreiche, Berlin]

* Phytopathology, ed. American phytopathological society, Lancaster, 1 (1911) ➔

Pillnitzer Merkblätter für Pflanzenschutz, Dresden, 1 (1950) ➔

Der Pilz- und Kräuterfreund, Nürnberg-Heilbronn, 1 (1917) — 5 (1921) ‖ [Další navázání: Zeitschrift für Pilzkunde, před tímto časopisem Der Pilzfreund, Luzern, 1 (1910—11) ‖]

Plagas del campo. Memoria del Servicio fitopatológico agrícolo, Madrid, 1932—1934

Plant and soil. International journal of plant nutrition, plant chemistry, soil microbiology and soil-borne plant diseases, The Hague, 1 (1948) ➔

Plant disease leaflet, ed. Department of agriculture, Victoria, Melbourne, 1 (1955) ➔

* Plant disease reporter, ed. Agricultural research service, Beltsville, Maryland, USA, 42 (1958) ➔

Plant diseases, the yearbook of agriculture 1953, ed. US. department of agriculture, Washington BÚ; [totéž v ruském překladu: Bolezni rastenij, 913 p., Moskva 1956]

* Plant pathology, London, 1 (1952) ➔

Plant protection bulletin, New Delhi, 3 (1951) ➔

* Plant protection bulletin, ed. FAO, Roma, 1 (1953) ➔

Plant protection overseas review. A periodical survey of new developments in the control of pests, diseases and weeds, London, 1 (1948—50) ➔

Plant quarantine, Washington

Praktische Blätter für Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, Stuttgart, 1 (1898) — 22

Problems of virology, New York [= překlad sovětského časopisu: Voprosy virusologii, Moskva - Leningrad] 2 (1957) →

* Proceedings of the Canadian phytopathological society, Ottawa, 1 (1929) — 20 (1953) →

Publikace fytopatologické sekce Zemského výzkumného ústavu zemědělského Brno, Publikace ústavu pro zdravovědu rostlin Moravského výzkumného ústavu zemědělského Brno a Publikace Ústavu fytopathologického štátnych výskumných ústavov pôdohospodárskych v Bratislave v letech 1918—1938

Record. Experimental station, US department of agriculture, Washington, viz Experimental station record

Report of the international conference of phytopathology, Holland, 288 p., Wageningen 1923

Report of the Latvian institute for plant protection Riga (Augu Aizsardzibas Institute Darbibas Parskats) for 1923—1939 ‖

Researches on fungi, ed. A. H. R. Buller, London - New York - Toronto, 1 (1909) — 7 (1950) →

Review of the applied mycology, Kew. 37 (1958) → viz str. 665

Review of the medical and veterinary mycology →

Revue de mycologie, Paris [navazuje na Annales de cryptogamie exotique, Paris] 1 (1936) →

* Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole de France, Paris [od 1 (1914) do 9 (1922) pod názvem Bulletin de société de pathologie végétale de France] od 10 (1923) pod uvedeným názvem →

Revue de phytotherapie, Paris, 19 (1955) →

* Revue mycologique [podtitul časopisu Mykologisches Zentralblatt, Jena, 1 (1912) — 5 (1915)] viz Mykologisches Zentralblatt

* Revue mycologique, Paris - Toulose, 1 (1879) — 1906 [torso v BÚ]

* Rivista di patologia vegetale 1 (1895) →

Rocznik ochrony roślin, Bydgoszcz - Warszawa 1 (1919) — 5 (1938) ‖

Sbornik rabot po zaščite lesa, Moskva →

Sbornik trudov Moldavskoj stancii Vsesojuznogo instituta zaščity rastenij Kišinev 1 (1950—52) 1954 →

Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde, Bern - Winterthur, 1 (1923) — 30 (1950) →

Sporovyje rastenija (= Trudy botan. instituta im. Komarova AN SSSR ser. II) 1 (1933) →

Starea fitosanitară in Romania in anul 1928—1948, ed. Instit. cercetari agronom. Romîne 1929—1949

* Sydowia, Horn (= Annales mycologici ser. II) 1 (1947) →

* Tidsskrift for planteavlingen, København [do r. 20 (1913) jako Tidsskrift for landbrugets planteavlingen] 1 (1894) → [navazuje na časopis: Om landbrugets kulturplanter og dertil hørende frøavlingen]

* Tijdschrift over plantenziekten, Amsterdam - Wageningen, ed. Nederlandse phytopathologische vereeniging, 1 (1895) → [32 (1926) — 37 (1931) má prof. Cejp]

* Transaction of the British mycological society, Cambridge, 1 (1896) — 41 (1958) → [velká série v soukromé knihovně dr. Piláta]

Travaux mycologiques tchécoslovaques, Praha, no. 1 (1924) — 13 (1930) ‖

Trudy Bjuro po mikologii i fitopatologii učenogo komiteta, Petrograd, no. 12 (1916)

Trudy Instituta zasčity rastenij akademii nauk Gruzinskoj SSR, Tbilisi, 1 (1947) — 10 (1954) →

Trudy po zaščite rastenij, ser. I—IV: ser. I. Entomologija, ser. II. Fitopatologija, ser. III. Sredstva i orudija bor'by, ser. IV. Pozvonočnyje. Ed. Vsesojuznyj institut zaščity rastenij (VIZR), Leningrad, 1930—1936 ‖

Trudy respublikanskoj stancii zaščity rastenij, Alma Ata, 1 (1954) ? →

Trudy severo-kavkazskogo instituta zaščity rastenij, Rostov n. D., 1 (1932—1933)

* Trudy Vsesojuznogo instituta zaščity rastenij, Leningrad, fasc. 6 (1954) →

Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie, ed. O. Brefeld. 1 (1872) — 15 (1912)

Uredineana. Recueil d'études systématiques et biologiques sur les urédinées du globe, Paris. 1 (1938) — 4 (1953)

Växtskyddsnotiser, ed. Statens växtskyddsanstalt, Stockholm, 1 (1937) →

* Virology, New York, 1 (1955) →

* Voprosy virusologii, Moskva - Leningrad, 1 (1956) → [totéž v překladu pod názvem: Problems of virology, New York, počáteční ročník anglického překladu: 2 (1957) →]
Zaščita rastenij, ed. Vsesojuznyj institut zaščity rastenij, Leningrad, 1 (1925) — 19 (1939) no. 1, dále pokračuje jako: Vestnik zaščity rastenij od 1 (1940) → ? ‖ a po neznámém hiátu na něj navazuje: Zaščita rastenij ot vreditelej i boleznej, Moskva, 1 (1956) →
* Zaštita bilja, Beograd no. 41—42 (1957) →
Zeitschrift für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, ed. Bayerische Landesanstalt f. Pflanzenschutz, München, ser. I: 1 (1898) — 5 (1902); ser. II: 1 (1903) — 17 (1922); ser. III: 1 (1923) — 22 (1945); ser. IV: 1 (1950) →
* Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Stuttgart, 1, (1891) 1 (1891) — 31 (1921): jako Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten; 32 (1922) — 35 (1925): Zeitschrift f. Pflanzenkrankh. und Gallenkunde; od 36 (1926) →: Zeitschrift f. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz
Zeitschrift für Pilzfreunde, Dresden, 1 (1885) ‖
Zeitschrift für Pilzkunde, Berlin-Darmstadt — dnes Karlsruhe 1 (1922) → [Navazuje na zaniklý: Pilz- und Kräuterfreund]
* Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Abt. II, Jena: 1 (1887) — 16 (1894) nerozdělený v série; Abt. II: 1 (1895)

BIBLIOGRAFICKÁ A REFERÁTOVÁ PERIODIKA, KTERÁ SE TÝKAJÍ TÉŽ FYTOPATOLOGIE A MYKOLOGIE

Abstracts of the weed society of America, Urbana, Ill., 1 (1956) →
Abstracts on agricultural and horticultural engineering, Silsoe, Bedfordshire, England 1950 →
* Agrar-Bibliographie, Hamburg, 1945 →
* Agricultural index, Subject index to a selected list of agricultural periodicals, books and bulletins, New York, 1 (1916) →
* Berichte über die gesamte Biologie, Berlin - Göttingen - Heidelberg, Abt. A: Berichte über die wissenschaftliche Biologie 1 (1926) →
Bibliographia forestalis (souběžný titul: Bibliography of forestry), ed. FAO, Genève →
* Bibliographia genetica, ed. M. J. Sirks, Haag, 1 (1925) — 17 (1958) →
Bibliografický katalog ČSR, ed. Národní knihovna v Praze, 1 (1922) → Nyní rozčleněn na série, z nichž uvedené obsahují též biologickou a zemědělskou literaturu:
Česká kniha 1 (1951) →
Slovenská kniha 1 (1950) →
Články v českých časopisech 3 (1955) → [1 (1953) — 2 (1954) jako: České časopisy]
Články v slovenských časopisech od 1955 → [do 1954 jako Slovenské časopisy]
Přílohy (zvláštní čísla): např. Noviny a časopisy v českých krajích 1952—1955, Česká bibliografie [soupis konaných bibliografických prací] atd.
Bibliographia scientiae naturalis helvetica, Bern - Zürich, 1 (1925) →
Bibliographia universalis: Internationale Bibliographie für Forstwirtschaft. Deutschland. 1947 →
Schweiz. 1940—1949 →
Bibliographia universalis silviculturae, Helsinki, 1935
Bibliographical bulletin, ed. US department of agriculture, Washington, 1949 →
Bibliographie der deutschen naturwissenschaftlichen Literatur, Berlin, Abt. II, 1 (1901) — 18 (1914) no. 33 ‖
* Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur, Berlin
Od 1 (1898) — 16 (1913) pod názvem: Jahresbericht über das Gebiet der Pflanzenkrankheiten, od 17 (1914—19) ed. 1921 → pod shora uvedeným názvem. Často citován redaktor této bibliografie. V minulosti jím byl H. Morstatt, od r. 1940 ji řídí J. Bärner. Je to jedno z nejdůležitějších fytopatologických periodik. Větší série má: Knihovna Vys. školy zeměd. v Brně, Universitní knihovna v Praze [sign. 4 B 515], Knihovna katedry ochrany rostlin Vys. školy země-

dělské v Praze, Ústřední zemědělská knihovna v Praze, jednotlivé ročníky též Knihovna katedry botaniky biol. fakulty univ. Karl. v Praze, Ústřední fytokaranténní laboratoř, Brno, Zemědělská 1a aj.

Bibliographie des ausländischen forst- und holzwirtschaftlichen Schrifttums, Berlin - Grunewald, 1 (1950) ➔

* Bibliography of agriculture, Washington, 1 (1941) ➔

Bibliography of soil sciences, fertilizers and general agronomy, Harpenden, Herts, England 1953 ➔

* Biological abstracts, Philadelphia, sect. A—D 1 (1926) ➔ [významný referátový časopis]

Bjulletyn treści polskich periodyków naukowych, nauki przyrodnicze i techniczne, Warszawa, 1957 ➔

Boletín de bibliografia botánica, ed. Institut de botánica Darwinion, San Isidro, Rep. Argentina ➔

Bolletino bibliografico delle botanica italiana 1904 ➔ ? ||

* Botanical abstracts, ed. Baltimore, USA, 1 (1918) — 15 (1926) || [splynul s jinými referátovými časopisy v Biological abstracts]; významný referátový časopis !

* Botanischer Jahresbericht, Berlin, ed. Just [obyč. citováno jako Just's Botanischer Jahresbericht] 1 (1874) — 67 (1939) no. 1 ||, kompletní jen do konce ročníku 63 (1935) [ed. 1944]. [Pro potřeby fytopatologa a mykologa nejúplnější bibliografický a dokumentační časopis hned po Review of the applied mycology a i při vydávání Review of the applied mycology počtem citací a odkazy na referáty v jiných referujících periodikách vhodně doplňující prováděnou rešerši. Jeho předností jsou nejen rejstříky, ale přímo členění podle oboru v textu. Stati „Mykologie" (redaktory byli Sydow a Petrak) a „Fytopatologie" (redaktor Sorauer) jsou dále věcně nebo systematicky tříděny. Důležitým chorobám (Sphaerotheca mors-uvae, Plasmopara viticola aj.) jsou vyhrazeny v jednotlivých ročnících samostatné kapitoly. Od zániku tohoto časopisu je zejména v mykologii práce neobyčejně ztížena, poněvadž dnes zachycuje každý referující časopis jen menší část světové produkce mykologické a fytopatologické.]

* Botanisches Centralblatt, Cassel - Jena - Dresden, 1 (1880) — 135 (1917); ser. n. 1 (= 143) 1922—37 (1945) || [významný referující časopis]

Bulletin analytique [nyní signalétique] du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) sect. biologie, Paris, 1 (1940) ➔ [má Knihovna Čs. entomolog. společnosti Praha] [možno obdržet též jen jednotlivou řadu; např. našeho oboru se týká nejvíce Extrait du Bulletin signalétique du CNRS, Biologie végétale-génétique]

Bulletin for libraries, ed. UNESCO, Paris 4 (1950) ➔

Centralblatt viz Zentralblatt

Chemical abstracts, Easton, Pa, USA, 1 (1907) ➔

Chemisches Zentralblatt, Berlin, 1 (1830) ➔

Dokumentace zemědělská a lesnická 1 (1951) — 5 (1955), dále od 6 (1956) jako Přehled zahraniční zemědělské a lesnické literatury, od r. 7 (1957) se rozdělil tento časopis na: Přehled lesnické a myslivecké literatury 1 (1957) ➔ a Přehled zahraniční zemědělské literatury 7 (1957) — 8 (1958) || Od 9 (1959) jako Přehled zemědělské literatury a Přehled lesnické a myslivecké literatury 1 (1957) ➔

Československá zemědělská bibliografie ser. n. 1 (1954) ➔ tu vychází:

1 (1954) jako příloha Dokumentace zemědělské a lesnické 4 (1954)

2 (1955) dohromady s Čs. lesnickou bibliografií pod názvem: Bibliografie zemědělská a lesnická, Československá literatura

3 (1956) Přehled československé zemědělské a lesnické literatury

4 (1957) Přehled československé zemědělské literatury

5 (1958) Přehled československé zemědělské literatury || výběrová anotovaná bibliografie; od roč. 6 (1959 má opět splynout s časopisem Přehled zahraniční zemědělské literatury]

Forestry abstracts, Oxford, 1 (1939) ➔

Forestry current literature, ed. U. S. forest service library, Washington, 1 (1935) ➔

* Forstwissenschaftliches Zentralblatt, Berlin, 1 (1857) ➔

Fortschritte der Botanik, Berlin, 1 (1931—32) ➔

* Hedwigia — bližší údaje viz seznam mykologických a fytopatologických periodik [jako příloha je každoročně připojeno „Répertorium" mykologické a fytopatologické literatury a mykoték, velmi důležitý dokumentační časopis!]

* Horticultural abstracts, East Malling, Kent [England] 1 (1931) → [ČsBS]
Hungarian agricultural review viz Vestnik venger'skoj seľskochozjajstvennoj literatury, Budapest
Indice di periodici scientifici e tecnici. VII. Biologia, ed. Consiglio nazionale delle ricerche, Roma, 1 (1949) →
International abstracts of biological sciences, London, 1 (1951) →
International index to periodicals, New York, 1 (1920) →
Internationale Bibliographie der Zeitschriften-Literatur, Abt. A—B, Leipzig, 1 (1896) →
Israel forestry abstracts, Ilanoth [Israël], 1 (1956) →
* Jahrbuch der deutschen Akademie der Landwirtschaft-Wissenschaften, Berlin 1955/56, 1957 → [zde přehled činnosti všech vědeckovýzkumných pracovišť zemědělských v NDR s bibliografickým přehledem uveřejněných prací; podobnou náplň má západoněmecký časopis Jahresberichte der Pflanzenschutzämter, Braunschweig]
Jahresbericht über das Gebiet der Pflanzenkrankheiten viz Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur
Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den pathogenen Mikroorganismen umfassend Bacterien, Pilze und Protozoen, Braunschweig, 1 (1886) → [spíše lékařská mykologie, sign. Univ. knih. Praha, 4 F 197]
Journal of the Society for the bibliography of natural history, London, 1 (1937) →
Landwirtschaftliches Zentralblatt, Abt. II. Pflanzliche Produktion, Berlin, 1 (1956) →
* Mycologisches Zentralblatt [souběžné tituly: Mycological review, Revue mycologique, Rivista micologica], Jena, 1 (1912) — 5 (1915) || [zde současně původní články i referáty]
Naturae novitates, Berlin, 1 (1879) — 66 (1944) ||
Naturalist's directory, Salem, USA, 1 (1913?) — 34 (1946) → ?
Neuheiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes, Wien, 1 (1914) — 37 (1945) no. 5 ||
Periodicals. American and foreign sets in the fields of physical and natural science, New York, 62 (1953) →
* Plant breeding abstracts, Cambridge, 1 (1930—1931) →
* Plant science literature. Selected references. Washington, 1 (1935) — 16 (1942) ||; od r. 1941 navazuje na tento časopis Bibliography of agriculture
Polska bibliografia analityczna, Biologia, ed. Ośrodek bibliografii i dokumentacji naukowej, Polska akad. nauk, Warszawa, 1 (1955) →
Polska bibliografia leśna, ed. Instytut badawczy leśnictwa, Warszawa, 1938 →
Prameny zemědělské literatury 1 (1954) jako příloha Dokumentace zemědělské a lesnické, dále jako samostatný časopis →
Prehľad poľnohospodárskej literatúry, Košice, 1 (1950) — 2 (1951) ||. Navazuje na něj od 1 (1951) Dokumentace zemědělská a lesnická
Progressus rei botanicae, ed. Lotsy, 1 (1907) — 5 (1917) ||. Navazuje na něj časopis Fortschritte der Botanik, ed. Gäumann, Berlin
Přehled československé zemědělské literatury, Přehled zahraniční zemědělské literatury a Přehled lesnické a myslivecké literatury viz Dokumentace zemědělská a lesnická
Quarterly bulletin of the International association of agricultural librarians and documentalists (IAALD), Haag - Harpenden (England), 1 (1956) → [BÚ]
Referativnyj bjulleten' boľgarskich naučnych publikacij v oblasti seľskogo chozjajstva, ed. Akademija nauk Sofija, 1955 →
* Referativnyj žurnal — Biologija, Moskva - Leningrad. [Navazuje na: Referativnyj biologičeskij žurnal 1 (1933) — 5 (1937)]. 1 (1953) →

V současné době nejrozsáhlejší referující periodikum o biologické literatuře. Při excerpci fytopatologické literatury není možno vystačit s nejlépe vedeným fytopatologickým referujícím časopisem Review of the applied mycology, poněvadž je tam zanedbávána zejména literatura zemí socialistického tábora. Excerpce z naší Dokumentace zemědělské a lesnické a z jejích následnických dokumentačních a bibliografických periodik se stále se měnícími názvy naprosto nestačí pro literární rešerši; zde je též nutno excerpovat tento sovětský referující časopis nebo jeho separátní vydání pouze určité stati. Pro fytopatologickou a mykologickou práci nutno excerpovat zejména odstavce: Sporovyje rastenija: Griby, Sornyje rastenija, Bolezni rastenij, ačkoli se najdou práce týkající se našeho oboru i pod jinými hesly; velice by se zvý-

šila použitelnost tohoto periodika, kdyby mělo věcný (alespoň jména rostlin) rejstřík, jako jej má Review of the applied mycology.

Referaty naučno-issledovateľskich rabot. A. Otdelenie biologičeskich nauk, Moskva - Leningrad, 1944, 1945

Repertorium annuum litteraturae botanicae, Haarlem, Holandsko, 1 (1873) — 8 (1886) [BÚ]

Repertorium der technischen, mathematischen und naturwissenschaftlichen Journal-Literatur, Leipzig, 1 (1869) — 3 (1871) ||

* Resumptio genetica, Haag, 1 (1926) ➔

* Review of the applied mycology, ed. Commonpealth mycological institute, Kew, Surrey, England, 1 (1922) ➔

[Nejvýznamnější oborový referující časopis, v současné době nejlépe rejstříkově vybavený, opomíjející však hrubě mykologickou a fytopatologickou literaturu ze zemí socialistického tábora. Excerpce pro práci v oboru nevyhnutelná, nutno však excerpovat ještě jiná referující periodika, zejména u prací ze současné doby Referativnyj žurnal — Biologija]. [Cejp — BÚ; Ústřední fytokarant. laboratoř Brno]

Ricerca scientifica, Roma, 28 (1958) ➔ [má BÚ]

* Seľskochozjajstvennaja literatura SSSR, ed. VASCHNIL, Moskva, 1 (1926) ➔ [Bližší prameny zemědělské literatury i údaje o tomto významném periodiku viz kapitolu III, Bibliografija seľskochozjajstvennoj literatury. — in: D. V. Lebedev, Vvedenie v botaničeskuju literaturu SSSR, p. 304—310, Izd. AN SSSR Moskva - Leningrad 1956 a v článku: Bočever A. M.: Seľskochozjajstvennaja literatura SSSR. — Vestn. seľskochozj. nauki, Moskva, 3/5: 153—156, 1958]

* Sistematičeskij ukazateľ statej v inostrannych žurnalach biologičeskije nauki i seľskoje chozjajstvo, Moskva, 1 (1948) ed. 1950 ➔, od r. 1954 rozdělen a vydávána samostatně série Seľskoje chozjajstvo 1954 ➔

Vestnik vengerskoj seľskochozjajstvennoj literatury, Budapest, 1 (1952) ➔

Výběr bibliografie z domácí i zahraniční literatury, ed. ČSAZV, Praha. Série: Výroba rostlinná, Základní a pomocné vědy [cyklostyl]

Výživa a ochrana rastlín, ed. Výskumný ústav agrochemickej technológie, Bratislava - Predmestie, 1 (1951) ➔ [ormik]

* Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Pflanzenschutz 1 (1895) ➔ viz mykologická a fytopatologická periodika. Vedle původních prací otiskuje též referáty.

Stálé rubriky, v nichž jsou uveřejňovány referáty mykologických a fytopatologických prací, nacházíme u mnoha časopisů, přinášejících především původní mykologické a fytopatologické články, jako např. Bulletin trimestr. de la Société mycologique de France, Transactions of the British mycological society atd. Tyto časopisy však nelze na tomto místě znovu zachycovat.

MYKOLOGICKÉ A FYTOPATOLOGICKÉ NEPERIODICKÉ BIBLIOGRAFIE

Československé bibliografie

* *Vítková J. et Dolejší M.* red.: Knihopis české ochrany rostlin za r. 1937—1949. Ochrana rostlin, Praha, 15: 57—64, 1939; 16: 104—110, 1940; 17: 117—127, 1941; 18: 194—200, 1942; 21: 59—76, 83—94, 1948 et 23: 257—266, 1950

Lazecký F.: Fytopatologická literatura v Ústřední zemědělské a lesnické knihovně ČSAZV. — p. 1—9, ed. ČSAZV, Praha 1957 [cyklost.]

Zahraniční bibliografie

a) Všeobecně fytopatologické

Ainsworth G. C.: The plant diseases of Great Britain. A bibliography, London 1937 [Knih. Vys. školy zeměděl. Brno]

Baerner J.: Internationale Pflanzenschutzliteratur. — 48 p., ed. Parey, Berlin 1957

Baerner J.: Literaturquellen und ihre Kürzungen aus der Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur. — 167 p., ed. Biol. Bundesanstalt Berlin 1958

Barnes H. V. et Allen J. M.: A bibliography of plant pathology in the tropics and in Latin America. — United states department of agriculture bibliographical bulletin no. 14: 6 + 76 p., Washington 1951 [má prof. Cejp]

Gonçalvez C. R.: Bibliographical review of Brasilian plant sanitation. — Boletín di fitosanitaria, Brazil, 6: 189—231, 1956

Morstatt H.: Bücher über Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz. Eine Bibliographie. — Mitt. biol. Zentralanstalt f. Land- und Forstwirtschaft, Berlin - Dahlem 68: 1—52, 1950

* *Nikolić V.:* Bibliography of Jugoslav plant protection publications 1945—1952. — Memoirs of the Institute of plant protection, Beograd, fasc. 2, 1954

* *Otero J. I. et Cook M. T.:* A bibliography of mycology and phytopathology of Central and South America, Mexico and the West Indies. — Journal of agriculture of the University of Puerto Rico 21: 249—486, 1937 [prof. Cejp; bibliografie s anotacemi]

Scaramuzzi G. et Tucci S.: Rassegna bibliografica delle principali malattie delle piante coltivate a tutt' oggi segnalate in Puglia. — 33 p., ed. Instituto botanico Univ. Pavia [Italia] 1957 ?

Stevenson J. A.: Foreign plant diseases ... a manual of economic plant diseases which are new to or not widely distributed in the United States. — 198 p., Washington 1926

b) Virologické

Atanasoff D.: Virus diseases of plants. A bibliography. — Phytopatholog. Zeitschrift 10: 339—463, 1937

Cook M. T.: Host index of virus diseases of plants. — Journal of agriculture of the University of Puerto Rico 19: 315—406, 1935; 20: 691—727, 1936 et 22: 411 až 435, 1938

Cook M. T.: Index of the vectors of virus diseases of plants. — Journal of agriculture of the University of Puerto Rico 19: 407—420, 1935; 20: 729—739, 1936 et 22: 437—439, 1938

Hughes K. M.: An annotated list and bibliography of insects reported to have virus diseases. — Hilgardia 26 (= 14): 597—630, 1957

Otero J. I. et Cook M. T.: Partial bibliography of virus diseases and plants. — Journal of agriculture of the University of Puerto Rico 18: 1—410, 1934; 19: 129—313, 1935; 20: 741—819, 1936 et 22: 263—409, 1938

Rjachovskij N. A.: Spisok russkoj literatury po virusnym boleznjam rastenij. — Zaščita rastenij, Leningrad, 10: 172—176, 1936

c) Mykologické

* *Bibliography of systematic mycology.* — Mimeographed publications of the Commonwealth mycological institute Kew, 1947 →, dále v sérii Miscellaneous publications of C. M. I. → [stává se periodickou bibliografií, vychází však v sbírkové řadě]

* *Bontea V.:* Ciuperci parazite şi saprofite din Republica popolară Română. — 639 p., ed. Acad. RPR Bucureşti 1953 [bibliografie rumunské mykologické literatury p. 506—514]

Ciferri R. viz *Lindau G.*

Doidge E. M.: The South African fungi and lichens to the end of 1945. — Bothalia, Pretoria, 5: 1—1094, 1950 [má ČsBS; bibliografie připojena]

Guide to the literature for the identification of British fungi. — p. 1—15, ed. British mycological society, London 1952

* *Lindau G. et Sydow P.:* Thesaurus litteraturae mycologicae et lichenologicae ratione habita praecipue omnium quae adhuc scripta sunt de mycologia applicata. Tom. 1 (1908) — 5: 3652 p., Leipzig - Berlin. [Základní mykologická bibliografie; poněvadž není nikde na knižním trhu, pořízeno nové fotografické vydání: ed. Johnson Reprint Corporation, New York 1956]

Doplňky k této bibliografii:

Ciferri R.: G. Lindau et P. Sydow's Thesaurus litteraturae mycologicae et lichenologicae, Supplementum 1911—1930. Vol. 1: A—D, p. 1—689, Pavia [Italia], 1957 Supplementum 1911—1930. Vol. 2: E—K, Pavia Cortina 1958

Pinto - Lopez J. et al.: Mycological abstracts (covering the whole portuguese mycological literature), 1 (1950), ed. 1951 → [ed. Departmento de micologia, Instituto botânico faculdade de ciências, Lisboa, Portugal; stává se sešitkovým periodikem]

Saccardo P. A.: Bibliografia della micologia italiana. — Michelia [Italia], 2: 177 až 226, 1882

Rjachovskij N. A.: Russkaja literatura po ržavčine chlebnych zlakov. — Zaščita rastenij, Leningrad, 9: 155—162, 1936

NEPERIODICKÉ BIBLIOGRAFIE BOTANICKÉ, BIOLOGICKÉ, ZEMĚDĚLSKÉ, LESNICKÉ I VŠEOBECNÉ, UVÁDĚJÍCÍ MNOHO FYTOPATOLOGICKÉ A MYKOLOGICKÉ LITERATURY

Československé bibliografické prameny

Bibliografie československých periodik

Potemra M.: Bibliografia slovenských novín a časopisov do r. 1918. — ed. Matica slovenské, Martin 1958

Roubík F.: Časopisectvo v Čechách v letech 1848—1862. — 208 p., Praha 1936

Roubík F.: Časopisectvo v Čechách v letech 1863—1895. — 319 p., Praha 1936

* Bibliografický katalog časopisectva Československé republiky za rok 1920. — 243 p., Praha 1921

Zeitungen und Zeitschriften im Protektorat Böhmen und Mähren. — 262 p., Praha 1941

Noviny a časopisy v českých krajích 1952

Bibliografický katalog ČSR, Česká kniha 1953, zvláštní sešit 1: 1—75, 1953

Bibliografický katalog ČSR, Česká kniha 1954, zvláštní sešit 1: 1—68, 1954.

Idem 1954/1955

Bibl. katalog ČSR, České knihy 1955; zvláštní sešit 1: 1—15, 1955

Dalším pramenem jsou katalogy časopisů v knihovnách, dostávajících povinné výtisky veškeré literatury vyšlé v ČSR. Úplně všecky tiskoviny takto získává Národní knihovna v Praze (zásadně nepůjčuje čtenářům; je to knihovna presenční) a Knihovna Matice slovenské v Martině. Universitní knihovna v Praze dostává povinné výtisky z Čech, v Brně z Moravy a Slezska a v Bratislavě ze Slovenska. Další knihovny, které dostávají též povinné výtisky, nemají pro naši práci tak velký význam.

Prameny československé knižní tvorby

Tobolka Z.: Knihopis československých tisků od doby nejstarší až do konce XVIII. století. I. díl. Prvotisky. II. Tisky z let 1501—1800. Část 1 (1939) — 6 (1950), tj. písmena A—P

Nosovský K. et Pražák V.: Soupis československé literatury za léta 1901—1925. Díl I/1: 1—570, 1931 et I/2: 1—710, 1931. Díl II: 1—16 et 1—877, 1933.
[Dále pokračuje Bibliografický katalog ČSR]

Rízner L. V.: Bibliografia písomnictva slovenského od najstarších čias do konca r. 1900. Tom. 1—6, Turč. Sv. Martin 1929—1934

Mišianik J.: Bibliografia slovenského písomnictva do konca XIX. stor. Doplňky k Rízner ovej bibliografii. — 301 p., ed. SAVU, Bratislava 1946

Dubay A.: Bibliografický katalog slovenskej knižnej tvorby za roky 1939—1945. — 185 p. + 343 p., Bratislava 1948 et 1952.
[Dále viz Bibliografický katalog ČSR, kde jsou uvedeny následné časopisy]

Více údajů (zde jsou z větší části jen doplňky) možno nalézt v seznamu důležitějších bibliografických prací v ČSR, zařazeného do bibliografie: *Cejp K. et Skalický V.:* Bibliographia botanica čechoslovaca XI. — Preslia 26: 199—203, 1954 a doplňky Preslia 27: 71, 1955.

Seznam důležitých přírodovědeckých rukopisů je uveden v knize:

Bartoš F. M.: Soupis rukopisů Národního musea v Praze. Fasc. II, Praha 1927. Jinde jsou uloženy obyčejně rukopisné práce nepřírodovědeckého rázu s výjimkou disertačních a diplomových prací. Dají se zjistit hlavně ve zvláštních karto-

tékách universitních knihoven v ČSR, od r. 1945 jsou zachycovány práce botanického obsahu v nejširším slova smyslu v: Bibliographia botanica čechoslovaca XIII (do r. 1953). — Preslia 27: 188—203, 1955

Vlastní botanické, biologické, zemědělské a lesnické bibliografie, zachycující knihy i časopisecké články

a) Botanické bibliografie

Bibliographia botanica čechoslovaca, 1918 →:

Vilhelm J.: Bibliografie československých botaniků. Bibliographie botanique tchécoslovaque
I. — Preslia, Praha, 3 (1923—1925) 32—113, 1925
II. — Preslia 5: 148—226, 1927
III. — Preslia 6: 79—97, 1928
IV. — Preslia 9: 26—87, 1930 [až sem bibliografie výběrová s anotacemi u významnějších prací]

Cejp K.: Bibliographia botanica čechoslov[enica]aka
V. — Preslia 12 (1933): 31—231, 1934
VI. — Preslia 13—15 (1934—36): 307—363, 1936
VII. — Preslia 16—17 (1937—38): 67—156, 1939
VIII. — Preslia 18—19 (1939—40): 168—204, 1940
IX. — Preslia 22—23 (1943—47): 80—246, 1948
[až sem relativně úplná, pouze však autorů české nebo slovenské národnosti v časopisech domácích i zahraničních]

Cejp K. et Skalický V.: Bibliographia botanica čechoslovaca
X. — Preslia 24: 399—414, 1952
XI. — Preslia 26: 199—218, 1954

Skalický V.:
XII. — Preslia 27: 71—103, 1955
XIII. (Disertační a diplomové práce 1945—1953 sestavili: *Skalický V., Smejkal M., Špaček J. a Juriš Š.)* — Preslia 27: 188—203, 1955
XIV. — Preslia 28: 297—328, 1956
[až sem bez anotací, bez rejstříku, relativně úplná včetně čechoslovenik v zahraniční literatuře bez ohledu na národnost autora]
15 (1950—1951). — Preslia 29: 427—448, 1957 et 30: 392—449, 1958 [s rejstříkem jmen rostlin]

b) Zemědělské bibliografie

* Česká zemědělská bibliografie. [Red. *Boštík J., Lazecký F.* a *Haluza M.*] I—IX (1941 až 1949). — Příloha Věstníku Čs. akademie zemědělské 1941—1950

* *Jurkovič M.:* Slovenská poľnohospodárska bibliografia. 1939—1945. — Hospodárska obroda 4: 42—57, Bratislava 1944; Slovenské pôdohospodárstvo 1: 105—118 et 142—144, 1946; ed. Povereníctvo pôdohospodárstva, p. 1—16, 1949

Jurkovič M.: Slovenská ovocinárska literatúra 1790—1918. — Knižnica Slov. ovocinár. spoločnosti fasc. 29: 1—61, Bratislava 1943

Vosáhlová M.: Soupis nejnovějších zemědělských bibliografií. — Publ. univ. knih. Olomouc 3/55: 1—25, 1955

Další pokračování čs. zemědělských bibliografií, kde však je zachycován jen výběr důležitých prací od r. 1951 v časopise Dokumentace zemědělská a lesnická a v následnických časopisech, z nichž se týká bibliografie čs. zemědělské literatury „Přehled československé zemědělské literatury", který však zaniká ročníkem 1958. Nyní je zpětně doplňována zemědělská bibliografie za léta 1945—1955:

Zemědělské písemnictví. Soupis českých a slovenských publikací [red. *Lazecký F., Lednár F., Kowalská A. et Ulbrich S.*] — Prameny literatury, ČSAZV, 2 (1957) no. 4 et 3 (1958) no. 1—4

c) Lesnické bibliografie

* *Chadt J. E.:* České lesnické písemnictví. — 264 p., Písek 1920

* *Pfeffer A.:* Československá lesnická bibliografie za r. 1934—39. — Dobové spisky Československé matice lesnické 4 (1936) — 7 (1940)

* — et al.: Bibliografie lesnického písemnictví Čech, Moravy a Slezska za r. 1940. — Lesnická práce, příloha k čís. 12: 1—94, 1941

* — — : za r. 1941—1949. — Příloha Věstníku ČAZ 1942—1951

* *Jurkovič M.:* Slovenská lesnícka bibliografia za roky 1939—1943. — 112 p., ed. Lesn. a drevárska ústredňa, Bratislava, 1945

Další pokračování lesnické bibliografie je Dokumentace zemědělská a lesnická od 1 (1951) a následný časopis pro lesnictví: Přehled lesnické a myslivecké literatury od 1 (1957). Nyní je pokračováno pod vedením P. Bendy a J. Klicperové v Československé lesnické bibliografii do r. 1933; dosud vyšlo: Československá lesnická bibliografie díl III—2: Bibliografie Československého háje (roč. 1—10, 1924—1933). — in: Lesnická dokumentace fasc. 6: 1—32, ed. Výzk. ústav lesního hospodářství, Zbraslav - Strnady 1958. Bližší informace viz v zmíněné publikaci na str. 31.

Další prameny (přírodovědecké bibliografie o Čechách do r. 1918, Lausova bibliografie moravskoslezské botanické a přírodovědecké literatury, Pohlova bibliografie botanická za r. 1939—1941, Soóva a Gomboczova botanická bibliografie, týkající se Slovenska aj.) viz Bibliografia botanica čechoslovaca XI—XII — Preslia 26: 199—203, 1954 a Preslia 27: 71, 1955.

V roce 1959 vyjde Dominova botanická bibliografie k Flóře ČSR, doplněná a připravená do tisku péčí doc. dr. J. Futáka (obsahuje též práce o chorobách rostlin).

Soupisy zahraniční literatury (periodik a knih) v ČSR

* *Bečka J. et Foch V.:* Soupis cizozemských periodik. I—II — Praha 1929

* *Lomský J.:* Soupis cizozemských periodik I—III — Praha 1955—1958

Novinky státních vědeckých knihoven z oboru společenských a přírodních věd. 1958 →

Nové knihy zemědělských knihoven 1957 →

Jako další prameny poslouží kartotéky knihoven. Větší knihovny vydávají tištěné nebo rozmnožené seznamy přírůstků knih (Knihovna vys. škol technických, Základní knihovna ČSAV, Universitní knihovna v Praze, Knihovna Národního musea v Praze) a seznamy odborných zahraničních časopisů v novější době (seznam Universitní knihovny v Praze, Knihovny vysokých škol technických v Praze). Mezinárodní výměnná služba vydává seznam publikací, které došly jejím prostřednictvím do jednotlivých československých knihoven výměnou. Oddělení dovozu podniku zahraničního obchodu Artia vede seznam zahraniční literatury dovezené do Československa ze zemí kapitalistického tábora. Jednotlivec si nestačí již pro svou vlastní potřebu provádět potřebné záznamy ze všech těchto pramenů, na to může stačit jen dokumentační pracoviště. Zemědělská dokumentace není dosud dostatečně vybavena, dokumentace biologické literatury u nás prakticky neexistuje. V mnohém ohledu bude nutno budovat zejména dokumentační pracoviště, která by byla schopna zachycovat potřebnou literaturu i pro naše pracovníky v mykologii a fytopatologii, abychom mohli nejen ve výrobě, ale i v tomto vědeckém oboru předstihnout i nejvyspělejší země s kapitalistickým hospodářstvím, což je nakonec důležité i pro výrobu samotnou.

Zahraniční neperiodické bibliografie

Sovětské (a ruské) bibliografie

Famincyn A. S.: Obzor botaničeskoj dejateľnosti v Rossii za g. 1890—1893. — ed. Izd. Akad. nauk Petersburg 1891—1895

Bibliografija. — Trudy Botaničeskogo sada Jurjevskogo universiteta 1 (1900) — 15 (1914) et Vestnik russkoj flory 1 (1915) — 3 (1917)

* *Borodin I. P.:* Bibliografija. — Žurnal Russkogo botan. obščestva 1: 119—128 et 220—231, 1916; 2: 169—186, 1917; 4: 199—213, 1919; 7: 233—292, 1922; 9: 215 až 269, 1924; 10: 403—453, 1925; 11: 387—460, 1926; 12: 424—480, 1927 et 13: 377 až 453, 1928

* *Ol' I. A. et Domračev G. V.:* Sovetskaja botaničeskaja literatura 1930—1937. — Sovetskaja botanika 1933/1: 92—127; 1933/3—4: 271—304; 1933/6: 148—192; 1935/1: 154—204; 1936/3: 135—197; 1937/2: 153—238; 1940/1: 110—142; 1940/4: 84—102; 1941/1—2: 196—221; 1941/4: 142—178; 1941/5—6: 111—141

* *Lebedev D. V.:* Sovetskaja botaničeskaja literatura. 1 ➔. — Botaničeskij žurnal, Moskva - Leningrad, 34 (1949) ➔

Ščerbakova A. A.: Dissertacionnyje raboty sovetskich botanikov za period s 1944 po 1953 g. — Botaničeskij žurnal, Moskva - Leningrad, 40: 256—280 et 867 až 910, 1955. Soupis zemědělských disertačních prací vychází od r. 1956 v časopise Vestnik seľskochozjajstvennoj nauki, Moskva

Lebedev D. V. et Lipšic S. J.: Bibliografičeskij spravočnik po „Botaničeskomu žurnalu", toma I—XL (1916—1955 gg.). — Botaničeskij žurnal, Moskva - Leningrad, 41: 1735—1871, 1956

Sovetskaja biologičeskaja literatura. 1933 ➔. — Uspechi sovremennoj biologii, Moskva, 4 (1935) ➔

Seľskochozjajstvennaja literatura 1926 ➔ (viz bibliografická periodika)

Michejev N.: Bibliografičeskije ukazateli seľskochozjajstvennoj literatury. 1783—1954. Seľchozgiz, Moskva 1956

* *Lebedev D. V.:* Vvedenie v botaničeskuju literaturu SSSR. — 382 p. ed. Izd. Akad. nauk SSSR, Moskva - Leningrad 1956 [zvláště významná bibliografická příručka]

* Periodičeskaja pečaf SSSR 1917—1949. Bibliografičeskij ukazateľ: žurnaly, trudy i bjulleteni po seľskomu chozjajstvu. — 230 p., Moskva 1955

Letopis periodičeskich izdanij SSSR 1950—1954 gg. Bibliografičeskij ukazateľ. — 500 p., Moskva 1955

Straka J.: Přehled všeobecných bibliografií ruské a sovětské literatury. — Bibliografie Slovanské knihovny 1, zvl. seš. 1: 1—23, Praha 1957

Bibliografie ostatních zemí

Bibliografie nezemědělské

* *Bay J. C.:* Bibliographies of botany. A contribution toward a bibliotheca bibliographica. — Progressus rei botanicae, Jena, 3: 331—456, 1910

Pritzel G. A.: Thesaurus litteraturae botanicae. — Lipsiae 1851

Jackson B. D.: Guide to the literature of botany. London 1881
[tyto dvě knihy zachycují prakticky celou světovou knižní produkci z oboru botaniky až do r. 1880; BÚ]

International catalogue of scientific literature. M. Botany. — Publication for Internat. council of the Royal society of London 1904—1914

* *Stubbe H.:* Genetisch-pflanzenzüchterische Bibliographie. 1939—1946. — Der Züchter, Sonderheft 1948: 1—291, ed. Springer - Verl., Berlin 1949

Bibliografie zemědělské a lesnické

Fleischhack C. et *Dux W.:* Das Schrifttum der Landwirtschaft. I. Einzelveröffentlichungen 1945—1954. — in: Sonderbibliographien der deutschen Bücherei 5: 1—464, Leipzig 1956

Fleischhack C. et *Dux W.:* Bibliographie der landwirtschaftlichen Hochschulschriften. 1945—1952 — in: Sonderbibl. dtsch. Bücherei 1: 1—172, 1954

Handbuch des deutschen Schrifttums für Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Garten- und Weinbau, Siedlungswesen und Tierheilkunde. Leipzig - Prag 1 (1934) — 7 (1940), ed. 1943

* *Lauche R.:* Internationales Handbuch der Bibliographien des Landbaues — 411 p., ed. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München 1957

List of publications relating to fungus defects in forest products and to decay in trees — 27 p., ed. Forest product laboratory Madison, Wisc., USA, 1958

Richard J. et *Ostvold H.:* Literature of agricultural research. — 231 p., ed. University of California press, Berkeley, USA, 1958
Sorge W. et *Ross H.:* Wegweiser durch die neue landwirtschaftliche Fachliteratur. — 88 p., Berlin 1954
Szabó F. S.: Bibliographia litterarum Hungariae oeconomicarum ruralium (1831—1867) — 659 p., ed. Mezőgazdasági múzeum, Budapest 1956
Přehled důležitých bibliografických pomůcek zemědělského výzkumu a jeho pomocných věd podává *Frykholm L.* v časopise: Kungl. lantbrugsakad. tidskrift, Stockholm, 87: 449—489, 1948; 90: 257—271, 1951 et 94: 274—299, 1955

VÝBĚR MYKOFLÓR, KOMPENDIÍ, IKONOGRAFIÍ

Mykoflóry

Atlas hub evropských. Atlas des champignons de l'Europe, red. *K. Kavina* et *A. Pilát,* Praha. 1 (1934) — 6 (1948) ||
Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Bern - Zürich →
Distribution maps of plant diseases, Kew →
Flóra ČSR — řada mykologicko-lichenologická, Praha, 1 (1958) →
Flora italica cryptogama, Pavia →
Flora sporovych rastenij SSSR, Moskva - Leningrad, 1 (1952) →
Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, Leipzig - Berlin, 1 (1903) — 8 (1957) →
* L. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, Leipzig, ed. 2, Die Pilze tom. 1—10
Cohn's Kryptogamenflora von Schlesien, Breslau, 1 (1876) — 3/2 (1908) ||
Migula W.: Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. Tom. 1—11. in: Thomé's Flora v. Deutschland, Oesterr. u. d. Schweiz, Berlin
North American flora [dosud jen monografická zpracování hub]: 1 (1949), 2/1 (1937), 3/1 (1910), 6/1 (1922), 7 (1906—1940), 9 (1907—1916), 10 (1914—1932) ser. 2: 1 (1954) →
Opredelitel' nižších rastenij 1 (1953) →
Die Pilze Mitteleuropas, Leipzig [red. *Kniep H., Claussen P., Bass J.* et *Ricken A.*] 1 (1927) → [Knih. úst. všeob. a syst. bot. univ. Brno, sign.: 3914]

Nejzákladnější mykologická a bakteriologická kompendia a příručky systematického rázu

* Bergey's Manual of determinative bacteriology. ed. 6—1529 p., London 1950
* *Clements F. E.* et *Shear C. L.:* The genera of fungi. — 496 p., 58 tab., New York 1931 [BÚ]
Cooke W. B.: The genera of the Homobasidiomycetes (exclusive of the Gasteromycetes). — 100 p., ed. Division of mycology and disease survey, U. S. Department of agriculture, Beltsville, Maryland, 1953 [rotaprint; má prof. Cejp]
Index of fungi [V podstatě Petrakův seznam nových druhů hub s nejdůležitějšími údaji z Just's Botan. Jahresberichte, v němž je pokračováno; BÚ] →
* *Oudemans C. A. J. A.:* Enumeratio systematica fungorum. Tom. 1—5. — s'Gravenhage [Haag] 1919—1924 [je v Knih. botan. odd. Nár. musea v Praze, v Ústř. fytokaranténní laboratoři, Brno, Zemědělská 1a a v Botan. úst. přírod. fakulty univ. Komenského v Bratislavě]
* *Saccardo P. A.:* Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. Tom. 1—25. — Avellino 1882—1931 [Neúplná série tom. 1—24 je v Knihovně katedry ochrany rostlin Vys. školy zemědělské v Praze, úplná série v Knihovně botan. odd. Národ. musea v Praze, v Universitní knihovně v Brně a v Botan. úst. přírod. fakulty univ. Komenského v Bratislavě]

Ostatní kompendia a příručky

Ainsworth G. C. et *Bisby G. R.:* A dictionary of the fungi. Ed. 4. 1954
Baldacci E.: La resistenza delle piante alle malattie. — 260 p., Genova - Roma 1942
Bisby G. R.: An introduction to the taxonomy and nomenclature of fungi. Ed. 2. — Kew 1958

Cejp K.: Houby I—II. — Praha 1957—1958
Conn H. J. et *Jennison M. W.:* Manual of microbiological methods. [obsahuje též kapitoly: 11. Virological methods; 12. Inoculations with Bacteria causing plant disease]. — 350 p., ed. McGraw - Hill Books, London - New York 1957
Encyclopédie mycologique, Paris, 1—26 (1956) →
Gäumann E.: Vergleichende Morphologie der Pilze. 1926
Gäumann E.: Pflanzliche Infektionslehre. — Basel 1946; ed. II, 1951
Abderhalden's Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Berlin - Wien →
Ruhland's Handbuch der Pflanzenphysiologie. Tom. 1 (1955) — 18
Handbuch der Pflanzenzüchtung [red. *H. Kappert* et *W. Rudorf*]. et. 2. — Tom. 1—6, 1958 → [Verl. P. Parey, Berlin - Hamburg]
Lafar's Handbuch der technischen Mykologie, Jena, 1 (1904) — 5 (1914)
Küster E.: Pathologische Pflanzenanatomie. Ed. 3. — Jena 1925
List of common British plant diseases. Ed. 3. — 61 p., 1944 [Suppl. in: Trans. brit. mycol. Soc. 31: 340—342, 1948]
K. Paech et *M. V. Tracey's* Moderne Methoden der Pflanzenanalyse 1956 →
Neuere Forschungen über Pflanzenschutz und Viruskrankheiten. — 80 p., ed. Huber, Frauenfeld 1949
Penzig O.: Pflanzenteratologie. Ed. 2. Tom. 1—3. — Berlin 1921—1922
Poradnik dla samouków (wskazówki metodyczne dla studujących): Botanika I—III — Tom. 6: 712 p., Warszawa 1926, 7: 756 p., 1927, 8: 440 p., 1928 [BÚ]
Spravočnik agronoma po zaščite rastenij [red. *Naumov N. A.* et *Ščegolev V. N.*]. — 830 p., Moskva - Leningrad 1948
* *Sorauer P.:* Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Ed. 1. 1874. [Další vydání nutno citovat: Sorauer's Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Ed. 4. Tom. 1—6 (1921—1939). Nyní právě vychází 6. vydání]
Trappmann W.: Pflanzenschutz und Vorratschutz. — Stuttgart 1949 [má Spolana, n. p., biolog. laboratoř, Praha 3 — Nové Město, ul. Polit. vězňů]
The world of learning. 7th ed., Europa publications Ltd., London 1956 [seznam vědeckých pracovníků celého světa].

Ikonografie

Berlese A. N.: Icones fungorum omnium hucusque cognitorum ad usum Sylloges Saccardianae accommodatae. Tom. 1—5. — Patavii [torso v BÚ]
Blattný C., Starý B. et *Nedomlel J.:* Choroby a škůdci ovocných rostlin. Ed. 3. — 534 p., 136 tab., Praha 1956
Bresadola J.: Iconographia mycologica. 1 (1927) — 26 (1933). — Milano
Cooke M. E.: Illustrations of British fungi. Hymenomycetes. Tom. 1—8. London (1881—1891)
Corda A.: Icones fungorum hucusque cognitorum. Tom. 1—6. Prag 1837—1854 [BÚ]
Coupin H.: Les champignons du globe (Album général des cryptogames). Tom 1—5 →. Paris
Kirchner O.: Atlas der Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Ser. I—V. — Stuttgart
Konrad P. et *Maublanc A.:* Icones selectae fungorum. Tom. 1 (1924) — 6. Paris
van Overeem et Weese J.: Icones fungorum malayensium. Abbildungen und Beschreibungen der Malayischen Pilze. — 1 (1923) — 16 (1926)
Sorauer P.: Atlas der Pflanzenkrankheiten. 1—6 Berlin

PRAMENY ČESKOSLOVENSKÉ MYKOLOGICKÉ A FYTOPATOLOGICKÉ LITERATURY

Často si fytopatologové nebo mykologové nejsou jisti, zda se určitá parasitická houba vyskytuje u nás v republice, kde a jak hojně. Bylo tomu nutně tak i při psaní statí do Zemědělské fytopatologie. Jednotlivé výzkumné ústavy sledují výskyt některých chorob na plodinách, které je zajímají, i když je tu snaha několika pracovišť zachycovat všechny údaje o chorobách kulturních rostlin. Publikovaného materiálu o výskytu těchto hub v minulosti je velmi mnoho, ale je naprosto nepřehledný. Nelze ovšem tvrdit, že bychom v naší fytopatologické a mykologické literatuře ne-

mohli najít řadu prací o jednotlivých houbách, znamená to však značnou ztrátu času, poněvadž u nás je počet těchto prací řádově vyšší než např. v Rumunsku. Zatím uvádíme prameny, z nichž je možno při studiu vyjít (vedle bibliografií naší mykologické a fytopatologické literatury). Současný málo utěšený stav, kdy naši pracovníci, zejména ve fytopatologických pracích, opomíjejí československé prameny a používají raději lepší práce zahraniční, možno odstranit jedině podobnou dokumentací, jako prováděl kolektiv rumunských fytopatologů a mykologů pod odborným vedením Very Bontey (citace viz str. 666). Stačí pouhé nahlédnutí do knihy a máme jistotu, že houba *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary byla v Rumunsku nalezena na těchto hostitelských rostlinách: *Solanum tuberosum* L. a *Solanum lycopersicum* L.; číselným odkazem je odkázáno na citaci pramene, kde se můžeme o ní dovědět další podrobnosti. Kromě tištěných pramenů a záznamů hlášení o výskytu chorob v ČSR nám mohou posloužit zejména herbářové doklady v československých herbářích a houbové kultury (viz str. 674—675). Ty mají ještě větší význam než literární údaj, kde v případě chybného určení houby se tato chyba těžko prokazatelná vleče dále celou literaturou. U chybně určené herbářové položky je možno provést snadno revizi a určit ji podle nejmodernějších určovacích kriterií; je-li položka dokladem k publikovaným údajům, je možno tyto údaje také zpětně opravit. Herbářový materiál (včetně sbírkových objektů — fixované houby v konservačních tekutinách, trvalé preparáty), materiál z udržované kultury hub, kresebný a jiný dokladový materiál lze dále použít k srovnání s nově nalezenou houbou, s jejímž přesným určením si nevíme rady.

Dějiny mykologie a fytopatologie

Blattný C.: Současný stav a úkoly československé fytopatologické mykologie. — Česká mykologie 10: 136—140, 1956

Bubák F.: Dějinný nástin mykologického studia v Čechách. — Živa 12: 4—9, 1902 [též *Bubák F.,* Houby české I. Řezy, p. 7—15, Praha 1906]

Cejp K.: Deset let československé mykologie. — Česká mykologie 9: 66—69, 1955

Cejp K. et *Pilát A.:* Dějiny výzkumu hub Vysokých Tater. — Česká mykologie 10: 48—54, 1956

Klika J.: Monografie českých padlí. — Praha 1923 [p. 7—9 et 71—73; viz též Časopis českých houbařů 3: 84—85, 1923]

Maiwald V.: Geschichte der Botanik in Böhmen. — 297 p., Wien - Leipzig 1904

Picbauer R.: Moravská literatura mykologická. — in: *Picbauer,* Zeměpisné rozšíření rzí na Moravě. — Práce Moravské přírodověd. společnosti Brno 4, fasc. 9, sign. F 41: 368—373, 1927 [viz též *Klika:* Věda přírodní 3: 184—185, 1922]

Urban Z.: Přehled vývoje mykologie v Čechách a na Moravě. — 20 p., 1953 [rukopis, depon. u autora]

Viniklář R.: Vývoj české přírodovědy 1869—1929. — 189 p., 1932

Mykoflóristické příspěvky

Mykoflóristické příspěvky z území ČSR psali např.: *Baudyš E., Bäumler J. A., Bayer E., Bubák F., Hazslinszky F., Hilitzer A., Hrubý J., Jaap O., Kabát J. E., Kavina K., Kirchner K., Klika J., Moesz G., Niessl G., Opiz P. M., Petrak F., Picbauer R., Šmarda F., Špaček J., Thümen F., Veselý J., Zacha V., Zimmermann H.*

Zprávy o chorobách rostlin

Do r. 1918 bylo nejvíce zpráv o chorobách rostlin v časopise Zeitschrift f. landwirtschaftliches Versuchswesen in Oestereich (zejména zprávy Bubákovy z Čech a Köckovy z Moravy), později v Ochraně rostlin, dnes jsou roztroušeny ve speciálních časopisech (Vinařství, Chmelařství, Listy cukrovarnické, Za vysokou úrodu aj.), pokud ovšem vůbec existují. Po r. 1918 jsou články zachycovány (alespoň do r. 1930) v Československé botanické bibliografii a později v bibliografii fytopatologické. Nejhůře se vyhledávají ty zprávy, které vyšly před r. 1918. Vedle jmenovaných osob jsou jejich autory zejména tito pracovníci: *Baudyš E., Kutín A., Sitenský F., Straňák F.* (v Zemědělském archivu) a *Uzel J.* (např. Živa 19: 173—175, 1909).

Bibliografie fytopatologů a mykologů

Snad nejbohatší zdroj mykologické a fytopatologické československé literatury je skryt v biografiích jednotlivých mykologů a fytopatologů, zejména jsou-li připojeny soupisy jejich prací: *Baudyš E:* (Sborník Vys. školy zemědělské a lesnické Brno, ser. A, 1956 2: 1—12. Přírod. sborník ostrav. kraje, Opava, 17: 1—20, 1956), *Bäumler J. A.* (Botanikai közlemenyék 24: 1—11, 1927), *Blattný C.* (Česká mykologie 11: 250 až 252, 1957), *Bubák F.* (Příroda 18: 342—345, 1925; Preslia 5: 227—229, 1927; mnoho ročníků Zeitschrift f. landwirtschaftliches Versuchwesen in Oestereich), *Cejp K.:* (Studia botanica čechoslovaca 11: 1—6, 1950; Česká mykologie 4: 1—3, 1950), *Corda A. C. J.* (Sborník Národního musea v Praze 1 B, Botanica no. 3: 139—170, 1938), *Kavina K.* (Česká mykologie 2: 2—5, 1948), *Klika J.* (Preslia 29: 399—411, 1957), *Melzer V.* (Česká mykologie 12: 193—199, 1958), *Němec B.* (Česká mykologie 7: 49—51, 1953), *Opiz P. M.* a mykologové opizovského období v Čechách (*Maiwald V.:* Die Opizische Periode in Böhmen — je v BÚ), *Peklo* (Preslia 28: 221—224, 1956), *Petrak F.* (Česká mykologie 10: 255—256, 1956), *Picbauer R.* (Česká mykologie 11: 56—60, 1957), *Pilát A.* (Česká mykologie 7: 145—162, 1953), *Vacek V.:* (Česká mykologie 5: 89—95, 1951), *Velenovský J.* (Preslia 30: 327—336, 1958. *Veselý R.* (Česká mykologie 13: 65—73, 1956).

PRAMENY ZAHRANIČNÍ MYKOLOGICKÉ A FYTOPATOLOGICKÉ

Beran F.: 50 Jahre österreichischer Pflanzenschutz 1901—1951. Der Aufbau der oesterreich. Pflanzenschutz 1945—1951. — 232 p. ed. Bundesanstalt f. Pflanzenschutz, Wien 1951

Errichtung der Europäischen Pflanzenschutz-Organisation. — Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen 9 (ser. n.)/1: 5—12, Braunschweig 1956

* Index of agricultural research institutions in Europe. Tom. 1—2. — ed. FAO, Roma 1957

International directory of agricultural engineering institutions. — 326 p., ed. FAO, Roma 1957

Moore W. C.: Organisation for plant pathology in England and Wales. — Transactions of the British mycological society 25: 229—245, 1942

Reed G. M.: Phytopathology 1867—1942. — Torreya 43: 155—169, 1943 [idem in: Contributions from the Brooklyn Botanical Garden no. 99, 1943]

Stakman E. C. et *Harrar J. G.:* Plant pathology in Mexico. — in: Plants and plant science in Latin America, p. 52—55, ed. Chronica botanica, Waltham, Mass., 1945

Stevens N. E.: Plant pathology in the penultimate century. — Isis (quarterly organ of the Society of history of science, Bruges, Belgique), 21/1 (no. 60): 98—122, 1934

Stevens N. E.: Recent developments in plant diseases in the United States. — Botanical review, Lancaster, Pa. [USA], 7: 714—736, 1941

Tranšeľ V. G.: Mikologija v SSSR za 20 let. — Sovetskaja botanika 1937/5: 103—116, 1937

Whetzel H. H.: An outline of the history of phytopathology. — 130 p., Philadelphia - London 1918

Katalogy publikací velkých antikvariátů a nakladatelských firem

Junk W.: Bibliographia botanica. Tom. 1—2 (1909—1916). — 1076 p., Leiden

Junk W.: Bibliographia scientiae naturalis, Haag, 1 (1937) — 3 (1939), dále jako Catalogue of publications, Biologia ➔

Další seznamy vydávají: Asher, Amsterdam; G. Fischer, Jena; R. Friedlender and Sohn, Berlin - Charlottenburg; Mc Graw Hill, London; O. Koeltz, Eppenheim - Taunus, Post Königstein, West-Deutschland; Lechevallier, Paris; N. V. M. Nijhof, s'Gravenhage (= Haag), Springer-Verlag, Wien atd.

Kultury hub a mykotéky

V ČSR jsou udržovány kultury dřevokazných hub v Ústavu pro fysiologii rostlin přírod. fak. brněnské univ., kultury entomofágních hub na katedře botaniky biolog. fakulty univ. Karl. v Praze a v odd. parasitol. biolog. ústavů ČSAV, kultury dermatofyt na Krajské hygienicko-epidemiologické stanici (KHES) Praha-venkov při kožní klinice prof. Hübschmanna, kultury parasitických hub ve Výzk. ústavu rostlinné výroby v Ruzyni a saprofytických hub jednak v mikrobiolog. oddělení katedry fysiologie

rostlin UK v Praze, jednak a především v oddělení Sbírka mikroorganismů v Biologických ústavech ČSAV.

Největší mykologické kultury jsou udržovány v Baarnu Holandsko, kde jsou vydávány seznamy hub.

* Centraalbureau voor schimmelcultures Baarn (Holand). List of cultures 1957. — 220 p., Baarn 1957

Mykotéky jsou zachyceny v seznamu herbářů na celém světě, pokud byl jejich seznam dodán: Index herbariorum (viz níže).

V kryptogamologických herbářích katedry botaniky biol. fakulty jsou např. tyto větší exsikátové sbírky:

Săvulescu T.: Herbarium mycologicum romanicum
Schneider O.: Herbarium schlesischer Pilze. Fasc. 1—19 (no. 1—950)
Sydow O.: Mycotheca germanica. No. 301—1400
Thümen F.: Herbarium mycologicum oeconomicum Fasc. 1 (no. 1—50), 3—15 (no. 101—750)
Thümen F.: Mycotheca universalis Fasc. I—XXIII (no. 1—2300)
Kabát J. E. et *Bubák F.:* Fungi imperfecti exsiccati Fasc. I—X
Krieger O.: Fungi saxonici. No. 1—1500

ZÁKLADNÍ MYKOLOGICKÉ HERBÁŘE V ČSR

Celosvětový seznam institucí, které mají herbáře, najdeme v knize:
Index herbariorum. Part I. The herbaria of the world. Ed. 3. — 224 p., 1956
Part II. Collectors A—D, E—H (ed. 1, 1954). Utrecht

Herbáře Národního musea v Praze, Průhonice - zámek (sem včleněny herbářové sbírky Vys. školy zemědělské v Praze — sběry Čelakovského ml., Bubáka, Kliky, Kaviny, Hilitzera)
Herbáře katedry botaniky biologické fakulty univ. Karl., Praha 2, Benátská 2 (+ herbáře prof. Cejpa) (zde hlavně sběry prof. Velenovského, Becka, pracovníků katedry)
Herbáře Moravského musea v Brně (zde hlavně sběry Petrakovy a Hrubyho)
Herbáře Botanického ústavu přírod. fakulty univ. v Brně (Niessl - částečně, část. Petrak, část. Hruby)
Herbáře Vys. školy zemědělské v Brně a Ústředního kontrolního ústavu zemědělského v Brně (+ herbář prof. dr. inž. E. Baudyše)
Herbáře katedry ochrany lesa na fakultě lesnické VŠZL v Brně, Zemědělská 3

DŮLEŽITÉ KNIHOVNY PRO STUDIUM MYKOLOGICKÉ A FYTOPATOLOGICKÉ LITERATURY

Vedle státních a ústředních biologických a zemědělských knihoven (např. Universitní knihovny v Praze, v Brně a v Bratislavě, Knihovny vys. škol technických v Praze, Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ČSAZV v Praze 12, Slezská 7 a knihovny Biologických ústavů ČSAV v Praze 6, Na cvičišti 2) jsou v ČSR tyto velké speciální knihovny (mající často statisícové knižní fondy):

Knihovna katedry botaniky biologické fakulty univ. Karlovy, Praha 2, Benátská 2
Knihovna katedry fysiologie rostlin, mikrobiologie a genetiky biol. fakulty univ. Karl., Praha 2, Viničná 5
Knihovna Československé botanické společnosti, Praha 2, Benátská 2 (zde především bohatá literatura novějších periodik, získaných výměnou)
Knihovna Československé entomologické společnosti, Praha 2, Viničná 7
Knihovna botanického oddělení Národního musea v Praze, Praha 2, Václavské nám. (zde zastoupena zejména starší díla)
Knihovna Vysoké školy zemědělské, katedry ochrany rostlin, Praha 6, Nová technika (= z větší části knihovna z pozůstalosti prof. Bubáka)
Knihovna katedry ochrany lesů lesnické fakulty Čes. vys. učení technického, Praha 6, Nová technika
Knihovna Ústřední fytokarantenní laboratoře, Brno, Zemědělská 1a
Knihovna Laboratória rastlinnej biológie SAV, Bratislava - Patronka, Dúbravská cesta

Další významné knihovny vysokých škol a výzkumných ústavů uvádí ve svém soupisu cizozemských periodik Lomský, takže je v tomto výčtu nevypočítáváme. Ze soukromých knihoven jsou nejvýznamnější knihovny prof. dr. inž. E. Baudyše, prof. dr. K. Cejpa a dr. A. Piláta, doktorů zemědělských nebo biologických věd.

Jen část citovaných mykologických a fytopatologických prací je dostupná někde v Československu. Záměrně však uvádíme i význačné práce, které v ČSR dostupné nejsou, aby bylo možno získat důležitá díla v originále nebo ve fotokopiích po vzájemné dohodě zainteresovaných knihoven.

MYKOLOGICKÉ A FYTOPATOLOGICKÉ VĚDECKÉ ORGANISACE V ČSR

V Československu se sdružují mykologové podobně jako v zahraničí ve vědecké společnosti „Československá vědecká společnost pro mykologii — vědecko-výběrová společnost při ČSAV", jejíž rámec, v minulosti zaměřený čistě směrem základního taxonomického a mykoflóristického výzkumu, se v poslední době rozšířil o aplikované obory, zejména o fytopatologii a lékařskou mykologii (viz např. průběh 2. mykologické konference v Brně r. 1957*). Čistě popularisační společnost „Československá mykologická společnost" se zabývá výlučně houbařstvím a ne mykologií v pravém smyslu slova.

Naproti tomu od doby úplné decentralisace fytopatologické práce po r. 1950 až do roku 1956 neměli fytopatologové vědecky činní svou samostatnou organisaci, která by sdružovala dnes sice početnou a stále vzrůstající, ale po celé republice rozptýlenou obec fytopatologů. Hlavním kladným přínosem decentralisace bylo lepší spojení fytopatologie s praxí, záporným rysem však bylo roztříštění výzkumných úkolů a odtržení od příbuzných biologických oborů. Dosud však se koná výzkumná práce stále v isolovaných pracovních skupinách, přičemž se thematika fytopatologické práce zbytečně tříští a nejde vždy do potřebné hloubky. Důsledky této pracovní roztříštěnosti práce ve fytopatologii se projevily i v mnoha potížích při psaní této Zemědělské fytopatologie. Proto bylo tím záslužnější vytvoření fytopatologické sekce Čs. botanické společnosti — věd. výběr. společnosti při ČSAV. Od r. 1956 uspořádala tato organisace řadu pracovních konferencí s širokou nebo i velmi úzce specialisovanou thematikou.

Fytopatologové potřebují při dnešní decentralisaci kromě celostátní organisace zejména odborný fytopatologický časopis, který by jistě pomohl vědecké práci a zároveň by representoval tento obor i v zahraničí. Po dobu 30 let vycházející časopis komise pro ochranu rostlin „Ochrana rostlin" zanikl začátkem roku 1951 čtvrtým číslem ročníku 23 (1950) ed. 1951 a dosud se nepodařilo uskutečnit vydávání časopisu alespoň takové úrovně. Kromě tohoto časopisu si vydávaly fytopatologické ústavy v Brně a v Bratislavě ještě své publikace (viz str. 661). Se zánikem časopisu „Ochrana rostlin" zaniklo i vydávání československé fytopatologické bibliografie. Dobudování celostátní fytopatologické organisace, dosažení koordinace výzkumné práce a obnovení odborného fytopatologického časopisu nebo alespoň periodicky vycházejícího sborníku je pro nejbližší budoucnost naléhavým a jistě splnitelným úkolem.

*) *Svrček M.* (1956): První pracovní konference československých mykologů v Praze 1956. — Česká mykologie 10: 129—140.

Kříž K. (1957): Druhá pracovní konference československých mykologů v Brně 1957. Česká mykologie 11: 193—205.

REJSTŘÍK

A

Abavit 508
ablaktace 578
abortace 428
abrasivum 92
abscisse 434
Absidia 258
Abutilon virus 1 (Baur) Smith 105, 137, 423
Acarina 110, 111
Aceratagallia sanguinolenta Prov. 103, 110, 118
acervuli 239
Acetobacter Beijerinck 214, 217
— *oxydans* (Henneberg) Ber. 202
Achromobacteriaceae 215
acidofilní lišejníky 384
Acrasiales 226, 227
Acrogenus 157
— *solani* var. *vulgaris* Holmes 102
Actinomyces Harz 204, 222, 223, 224
— *violaceus* (Rossi, Doria) Gasperini 483
Actinomycetaceae Buchanan 222, 223
Actinomycetales Buchanan 222, 223, 214
Actinomycetes Krasilnikov 217
Acyrthosiphon pisum Harr. 105
adelphogamie 241
adhese 443
aecia 341
aecidie 341, **342**
aecidiospory 341, **342**, 343
Aecidium Pers. 353
— *berberidis* Gm. 352
— *corruscans* (L.) Scop. 350
— *elativum* Alb. et Schw. 437, 438
aeciospory 341
Aerobacter aerogenes Beijerinck 555
aerobní mikroorganismy 211
aerosoly 494
aethalia 231
africká kadeřavka tabáku 105
Agalia constricta Van Duzee 103, 110
— *longula* Duz. 103
— *obscura* Duz. 103
— *quadripunctata* Prov. 103
Agalliana ensigera Oman 103
Agalliaphilus tuberosi Ryžkov 103, 118
Agalliopsis novella Say. 103, 124, 125
Agaricaceae 338
aglutinace 150, 587
aglutinační sérologické metody 591
aglutinát 591
Agrobacterium Conn 215
— *tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn 216, 219, 221, 401, 430, 439, 440, 508, 524, 563
Agronal 485, 507
Agrostan 477, 485, 507
agrotechnická opatření 460
achromatosa 427
akaricidy 480
aktidion 482
akustické vlnění 466
albikace 422
albinismus 422
Albuginae 249
Albugo 246, 247, 249
— *candida* (Pers.) Kze. 433
Aleurodidae 111
alexin 593
alkohol ethylnatý 523
Allium virus 1 (Melhus) Smith 85, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 402, 425, 463
Alternaria 413, 419, 421, 454, 462, 477
— *porri* (El.) Neerg. f. sp. *solani* (Ell. et Mar.) 511
— *tenuis* Nees 522
alternariosa rajčat 482
Amannův laktofenol 542
Amaurochaetineae 229
Amaurochetales 229
americká kadeřavka cukrovky 86, 103
— vrcholková kadeřavka cukrovky 104, 119
americké padlí angreštové 514, 516
amfitricha 208
amonisační bakterie 201
amorfní typ inklusí 600
amphiminix 240
amylolysis 449
anafylaxe 154, 587
Ancylistes 261
Anemineae 229

angiokarpní plodnice 335
Anisomyces odoratus (Wulf.) Pilát 452
Annulacea 158
Annulus dubius 157
antagonismus virů 145
antagonistické vztahy mikroorganismů 495
antheridium 241, 262
— diklinní 248
— monoklinní 248
antherofylie 447
antherozoid 241
antholyse 447
anthraknosa 454
— cibule 454
— čočky 454
— fazolí 454
— hrachu 454, 455
— jetele 454
— lnu 454
— okurek 454
— révy vinné 454
— rybízu 454
antibiotika 482, 492
antigen 150, 584
antigennost virů 70
antisérum 585
— , úprava před diagnosou 586
— , získání 585
antokyanonescence 433
anýzovník vonný 452
Aphidoidea 101
Aphidophilus betae Ryžkov 106, 158
— *cucumeris* Ryžkov 106
— *cucurbitae* Ryžkov 102
— *pisi* Ryžkov 105, 118
— *phaseoli* Ryžkov 105
— *tuberosi* Ryžkov 106
— *tulipae* Ryžkov 105
Aphidula idaei v. d. Goot 106
— *nasturtii* Kalt. 107, 112
Aphis fabae Scop. 106, 127, 140
— *gossypii* Glov. 106
Aphrodes bicinctus Schrank. 104, 110
Aphrophora angulata Ball. 103
— *permutata* Uhl. 103
Apium virus 1 (Sev. et Freit) Smith 101, 106, 109, 127, 131, 135
aplanospory 239
apogamie 242
apomixis 241
apoplexie 409, 412
apothecia 263, 326, 379
— gymnokarpní 326
— hemiangiokarpní 326
apendiculae aciculatae 296
— dichotomae 296
— floccosae 296
— uncinatae 296
appresorium 238
Arachis virus 1 (Zimm.) Smith 106
Arasan 518
Archimycetes 227, 238, 239, 241, 243, **244**
Arcyria 230, 233
— *denudata* Wettst. 233
— *incarnata* Pers. 233
— *nutans* Grev. 233
argentinská vrcholková kadeřavka cukrovky 103
archikarpium 241, 263, 279
Armillaria 239
— *mellea* (Vahl.) Quél. 337, 420, 486, 495
asci 240
ascidie listové 444
Ascobolus 242
Ascochyta 454
Ascohymeniales 264, **308**
Ascolichenes 385
Ascoloculares 264, **299**, 308, 309
Ascomycetes 240, 241, **261**, 334
— , přehled 263
— , vývoj 263
ascus 261
asimilace dusíku 201
— uhlíku 201
askogenní buňky 272
— hyfy 263
askogon 241, 262
askohymenium 326
askospory 240, 261
Aspergillaceae 276, **277**
Aspergillus 254, 277, 286
— *flavus* Link. 280
— *fumigatus* Fres. 280
— *glaucus* auct. 280
— *repens* (Cda.) De By. 280
Asterocystis 453
— *radicis* De Wild. 421
Asteromella Pass. et Thüm. 307
atricha 208
atrofie 429
aukubová mosaika 146
— — brambor 88
Aulacortum circumflexus Buck 107
Aurogenus magnivena Black 103
— — (Black) Smith 125
Auriculariales 334
autobasidie 334
Autobasidiomycetes 334
autoecické druhy 343, 349
Autoeupuccinia 349
autogamie 241
automixis 241
autotrofní bakterie 201
azygospora 258
Azurin 510
azobakter 201
Azotobacter Beijerinck 217
Azotobacteriaceae Bergey, Breed. Murray 214

B

Bacillaceae Fischer 215, 217
Bacillus Cohn 215, 216, 217, 218

— *bütschlii* Schaudinn 207
— *cereus* Frankland et Frankland 483
— *maximus buccalis* Miller 207
— *maximus buccilas* Miller 207
— *mesentericus* Trevisan 483
— *mycoides* Flügge 211
— *subtilis* Cohn 211, 216
Bacteriaceae Cohn 215, 217
bakterie 200
Bacterioideae Breed, Murray, Hitchens 215
Bacterium Ehrenberg 215, 216, 217, 218
— *(Ehrenberg)* Dowson 218
— *coli* Escherich 218
— *radicicola* Beij. 205
— *stewarttii* Erw. Smith 495
— *triloculare* Ehrenberg 216
Badhamia 233
— *utricularis* Berk. 230, 233
bakterie aerobní 559
— anaerobní 559
bakterijní nádory 549
— spála jabloní 436
bakteriocecidie 437
bakteriofágy 157
bakteriologické filtry 533
bakteriová nádorovitost kořenů 430
— spála jabloní 482
bakteriotoxická antibiotika 481
bakterisace semen 462
bakteroidy 205
Barathra brassicae L. 123, 133
Bartsia alpina L. 388
barvení 541
— bakterií 563
— bakterií podle Grama 564
— bičíků bakterií 567, 568
— parasitů ve dřevě 541
— pouzder bakterií 566
— spor bakterií 566
basidie 240, 333, 341, 346, 348
— akrosporní 338
— pleurosporní 338
Basidiobolus 261
Basidiomycetes 240, 243 333
basidiospory 240, 241, 333, 346, 348
bělení a vyjasňování preparátů 543
Bemisia goldingi Corb. 105
— *gossypiperda* M. a L. 105, 118
— *nigeriensis* Corb. 105, 111
— *rhodesiaensis* Corb. 105
— *tabaci* Gen. 67, 88, 105, 111, 423
berušky 110
Beta virus 1 (Boncq. et Hart.) Smith 85, 86, 103, 104, 113, 114, 119, 120, 121, 122, 127, 142, 143, 144, 147, 601, 616
— — *2* (Lind) Smith 86, 87, 91, 97, 106, 108, 109, 110, 126, 127, 129, 133
— — *3* (Wille) Smith 102, 110, 498
— — *4* (Roland et Quanjer) Smith 81, 99, 106, 108, 109, 115, 119, 122, 126, 583
bezpříznací nositelé virových chorob 68
bezpříznakovost choroby 401
bezsemennost brusinek 104
„BHC“ 486
bibliografická periodika 662
bibliografické časopisy 632
— prameny československé 667
bibliografie biologické 668
— — neperiodické 667
— botanické 668
— — neperiodické 667
— československých periodik 667
— lesnické 668
— neperiodické 665
— ostatních zemí 670
— sovětské (a ruské) 669
— všeobecné neperiodické 667
— zahraniční 665
— — neperiodické 669
— zemědělské 668
— — neperiodické 667
bičíky 203, 207
big vein 94
bílá mosaika tabáku 146
binominální systém ve virologii 156
biofysikální vlastnosti virů 611
biochemické vlastnosti virů 611
biologická ochrana 494
— úprava půdy 461
biologické postupy kvantitativního stanovení virů 614
biometrické zhodnocení výsledků 652
Biovirales 157
bipolárně heterothallické druhy 351
bisexuální stélka 240
„bitter pit“ 414
Blastocladiales 241, 246
Blastogenus 157
Blastomyces luteus 497
blednička 52, 424, 425
Bleisucht 52, 424
bloky kroužkové 645
Bombycilla garula L. 393
bor 41, 42, 53, 55, 59
boraxovaný superfosfát 46
bordeauxská jícha 485, 509
Bordetův—Gengoův princip 593
boritan fenylrtuťnatý 523
Botryosphaeria 308
Botrytis 254, 332, 412, 419
— *cinerea* Pers. 426, 454
— *fabae* Sard. 219
boulovitost kořenů ovocných stromů 508
— košťálovin 517
Böttcherova komůrka 535
bradavčitost 436
Brachyuromyces 349
Brachypuccinia 349
brachytyp 349, 356
bramborové klínky 529

bramborový agar s glukosou 529
brambory syrové sterilisované 554
Brandpilze 360
Brassica virus 1 Smith 80, 107, 109, 112, 116, 120, 127, 130, 137, 177
— — *3* (Tompk.) Smith 106, 107, 109, 112, 126, 127, 137
— — *4* (Clay.) Smith 107
Brassicol 486
Brassisan 486, 517
Bremia 246, 249
Brevicoryne brassicae L. 107, 112, 126, 128
brkoslav severní 393
bronzová skvrnitost 36
bronzovatění 434
bronzovitost rajčat 102
brouci 101
Brownova metoda isolace hyfových vrcholků 528
Brownův pohyb 203, 208
Brucelleae Bergey, Breed, Murray 215
Bryophyta 241
bulbilly 239
Bulbosan 486, 517
Bulgaria 330
buňka vaječná 241
burgundská jícha 510
Butyribacterium Barker 215

C

caeomata 341
Calcarineae 229, 230
Calligypona marginata Fab. 172
Callistephus virus 1 (Kunkel) Smith 104, 110, 114, 118, 120, 121, 123, 124, 140, 143, 424, 430
Calonectria 310, 371
Calonematineae 229
Calyptospora 360
Capnodium 305
Capsella bursa pastoris (L.) Med. 394
Carbones 360
Carneocephala fulgida Nott. 103
— *triguttata* Nott. 103
Carolinaia setariae Thom. 108
Carpenteles 286
Carpophthora 157
— *lacerans Holmes* 104, 139
Caulobacteriineae Breed, Murray, Hitchens 214
cecidie 437
celulochromosis 449
celulolysa 450
cephalopodia 382
Cephalosporium 311
Ceratiomyxa Schroet. 228, 232
— *fruticulosa* Macbr. 233
Cercosphaerella 308
Cercospora 307, 308, 413
— *beticola* Sacc. 511
Cercosporella Sacc. 307
Ceresan 507
Cerosipha gossypii Glov. 110
Cesaresova - Gillova metoda moření bičíků bakterií 568
Cetraria islandica (L.) Ach. 382
Cexosporium 265
Cicadoidea 113
Cicadula sexnotata Fall. 104, 125
Cicadulina mbila Naudé 104, 110, 118, 120, 121, 128
Cicinnobolus cesatii de Bary 298, 496
Cintractia 367
Circulifer tenellus Baker 104, 616
Cladonia 379
Cladosporium 454
— *cucumerinum* Ell. et Arth. 418
— *fulvum* Cke. 514, 516
Clasterosporium 414
— *carpophilum* (Lév.) Aderh. 400, 418
Clastoptera brunnea Ball. 103
Claussenův typ 329
Clavaria 338
Clavariaceae 338
Claviceps 239, 320
— *purpurea* (Fr.) Tul. **321**, 418
Clavicipitales 264, **320**
clostridium 209
Clostridium Prazmowski 215, 217
— *pasteurianum* Winogradsky 201
Cohnova živná půda 556
Coleoptera 101
Coleosporiaceae 359
Coleosporium 348, 359
Collema 314
Colletotrichum 413, 454
— *lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Bri. et Cav. 464, 495
Completoria 261
Conidiobolus 261
Coniophora cerebella (Pers.) Alb. et Schw. 335
„contagium vivum fluidum" 67, 71
Coprinus sterquilinus Fr. 338
Corium 157
— *betae* Holmes 106, 119
— *rubi* var. *alpha* Holmes 106
— *solani* Holmes 107, 118
Cormophyta 275
Corthippus (Stauroderus) bicolor Carp. 101
Corticiaceae 338
Corticium terrestre Kniep 335
Corynebacteriaceae Lehmann et Neumann 215, 216, 218
Corynebacterium diphtheriae (Flügge) Lehmann et Neumann 216, 218
— *fascians* (Tilford) Dowson 443
— *flaccumfaciens* (Hedges) Dowson 205, 218, 558
— *michiganense* (Erw. Smith) Jensen 492
— *rathayi* (Smith) Jensen 523

Corynebacterium sepedonicum (Spieckermann et Kotthoff) Skaptason et Burkholder 218, 417
court noué 84
Cribrariales 229
Cronartiaceae 358, 359
Cronartium 340, 348, 359
— *flaccidum* Alb. et Schw.) Winter 339, 340, 350
— *ribicola* (Lasch) Fischer de Waldh. 340, 350
— *ribicolum* Dietr. 419
cross immunity 145
— protection test 145
Crystallococcus cruciferi Ryžkov 102, 119, 123, 158, 162
— *medicaginis* Ryžkov 105
Cucumis virus 1 (Doolittle) Smith 78, 85, 91, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 151, 157, 423, 429, 590, 608, 613, 618
— — *2* (Bewley) Smith 601
Cucurbitaria 308
Cuerna occidentalis Om. Beam. 103
— *yuccae* Om. Beam. 103
Cuscuta 113, 388, 389
— *americana* L. 114
— *arvensis* R. Br. 114, 463
— *australis* R. Br. 114
— *californica* Choisy 113, 114, 115
— *campestris* Yunck. 114, 115, 390, 391
— *epithymum* (L.) Murr. 389, 391
— *epilinum* Whe. 115, 390, 391
— *eproximata* Babingt. 390
— *europea* L. 391
— *gronowii* Willd. 390, 391
— *lupuliformis* Krock. 115, 391
— *sandwichiana* D. et Hg. 114
— *suaveolens* Ser. 389, 390, 391
— *subinclusa* Dur. et Hilg. 113, 114, 115
— *trifolii* Babingt. et Gibs. 389, 390, 391
Cyanophyta 379
Cycadeles 241
Cymadothea trifolii (Pers.) Wolf 308
cystidy 337
cytochemické reakce 603
cytologická vyšetření 600
cytologické poměry u hub 237
cytolysa 449
— bakterií 206
Cytospora 412
Czapkova — Doxova živná půda 531

Č

čárkovitost 67, 82, 413
— brambor 77, 79, 100, 126
— stonků rajčat 69
čarověník 437
časová inaktivace viru 605
černání 454
— pletiv 434
— stonku brambor 219, 421, 430, 434
černě 515
černí 454
— cibulová 454
— chmelová 454
— jablek 454
— obilná 454
— okurková 418, 454
— rajčat 514
— řepková 454
černýš 388, 394
— lesní 394
— luční 394
— rolní 393, 394
červenání 407
červená skvrnitost jahod 481
— spála 433

D

Dahlia virus 1 (Brand.) Smith 85, 106, 109
Dalbulus elimatus Ball. 104
— *maidis* (De L. et W.) 104, 118, 125
Darluca filum (Biv.) Cast. 496
Dasyscypha willkommi (Hart.) Rehm. 332, 419
D-D 487
defoliace 434
degenerace brambor 66
— tuková 449
denaturace virů 91
denitrifikační bakterie 201
desinfekce elektrickým proudem 478
— infekčního zdroje 466
— osiva 487
— — a sadby 473
— — fysikálními metodami 473
— — parou 477
— — termická 473
— ovsa 491
— pařeniště 494
— povrchová plodů 493
— půdy 468, 483, 516
— — elektřinou 472
— — horkou vodou 472
— — chemická 483
— — ohněm 471
— — parou 469
— — suchým teplem 471
— sadby 492, 493
— — slunečním zářením 479
— — termická 478
— skladištních prostorů 494
— skleníků 494
desinfekce vysokofrekvenčním proudem 478
desetinné třídění 634, 636
destrukce 414
— nekrotické 414
Dermatea 332

Dermateaceae 331, 332
Derocera agreste L. 111
deuterogamie 241
Deuteromycetes 371
devirantia 480
Deweyův systém 636
dělení bakterií 202
Diabrotica soror Lec. 102
— *trivittata* Mann. 102
diaecické pruhy 349
diafysa 443
diagnosa choroby 398
— podle příznaků 398
diagnostické metody fysikální ve virologii 603
— metody založené na přirozeném přenosu viros 578
diagnostické půdy 525
diagnostika viros biochemickými metodami 596
Diachea 233
— *leucopoda Rost.* 233
diamant-fuchsin 86
Diaporthales 264, **318**, 373
Diatrypaceae 309
Dictydiineae 229
Dictyostelium Bref. 227
Diderma 231
— *testaceum* Pers. 236
Didymium 233
— *melanospermum* Macbr. 233
— *trachysporum* G. Lister 233
Diflavin 516
difuse gelu - metody 590
2,3-dichlor-naftochinon 517
dichlorpropylen-dichlorpropan 487
dikaryofáze 238
dikaryofyt 238
dikaryon 238
dinitro-orto-kresol 486, 516
2,4-dinitrorhodanbenzen 517
dioická stélka 240
diplobiontický vývojový pochod 335
— — rytmus 366
Diplocarpon rosae Wolf. 413
Diplococcus Weichselbaum 215
diplofáze 237
diploidní fáze 237
diplokoky 204
diplomové práce 638
diplont 237
dírkovitost 414
— kůry 436
Discomycetes 264, 309, 326
Discula 373
Discula platani (Pk.) Sacc. 320
diskolorace hypoplastické 422
disertační práce 638
Disonycha triangularis Say. 102
distorse 431
distrofie 429
DNC 486
DNOK 486
Doassansia 364, 370
Doassansiopsis 370
doba sání 117
dokumentační časopisy 632
Doralida leguminosae Kalt. 106
Doralina gossypii Glov. 106
Doralis fabae Scop. 106, 112, 174
Dothideaceae 300, 308
Dothidella 308
Draeculacephala minerva Ball. 103, 118
— *portola* Ball. 104
draslík 42, 59, 76
Drepanopezizza 332
drozd brávník 393
dřevomorka 516
dusičnan stříbrný 524
dusík 42, 59
dvoujaderná fáze 238
Dysaulacorthum pseudosolani Theob. 107, 127

E

ektablase 443
Elaphomycetaceae 276
elater 231
elektrodová (elektrická) pasterisace půdy 472
elektronooptická vyšetření 603
elektromagnetické třídiče 466
emergence 443
emgekali 46
Empusa 261
„énations" 443
energie klíčivosti 463
Endosporeae 228, **229**
endosporium 250, 258, 265
Endophyllaceae 358
Endophyllum 359
— *sempervivi* (Alb. et Schwein.) De By. 358, 496
Endomycetales 264
Endophyllaceae 359
Endostigme 300
— *inaequalis* (Cke.) Syd. **300**, 304
Endothia parasitica (Murr.) And. et And. 410, 415
endotyp 358
Enterobacteriaceae Rahn 215
Entomophthora 261
Entomophthoraceae 253, 261
Entorrhiza 370
Entyloma 364, 370
— *calendulae* (Oud.) de By. 361, 370
— *ranunculi* (Bon.) Schroet. 361
epigeické plodnice 335
Epichloe 320
— *typhina* (Pers.) Tul. 320, 454
epiplasma 263
episporium 229, 250
epithecium 326
Epitrix cucumeris Harr. 102

erinosa 437
Erlichova metoda 561
Erysiphaceae 242, 286
Erysiphales 286
Erysiphe 295, 296, 299, 515
— *cichoracearum* DC. em. Salmon 290
— *communis* (Wallr.) Lk. 290
— *graminis* (DC.) 287, 290, 298
— *nitida* (Wallr.) Rab. 295
— *martii* Lév. 292, 298
— *pisi* DC. 290
— *polygoni* DC. 482
Erwineae Winslow et al. 215
Erwinia Winslow et al. 215, 216
— *amylovora* (Burrill) Winslow et al. 216, 416, 436, 482
— *carotovora* (Jones) Holland 219, 421, 430, 434, 555
— *tracheiphila* (Erw. Smith) Holland 410
Escherichieae Bergey, Breed, Murray 215
Escherichia Castellani, Chalmers 215
etiologická nomenklatura 453
etiolování 427
— z hladu 428
ethylendiaminotetraacetát 38
Euascomycetes 243, 264, 276
Eubacteriae Stanier, van Niel 217
Eubacteriaceae Buchanan 214, 217
Eubacteriineae Breed, Murray, Hitchens 214
euformy (u rzí) 350
eukarpické houby 239
eukarpní tělo plísní 245
Eumycetes 239
Euphrasia 388, 394
— *minima* Jacq. 394
Eupuccinia 349
Eurotiales 286
Eurotium 286
Eusclerotinia 332, 333
Eutettix phycitis Dis. 104
— *tenelus* Baker 104, 119, 120, 122
eutyp 349
Euuromyces 349, 357
evropská (německá) kadeřavka řepy 110
— žloutenka aster 104
exanthema 435
exkrescense 443
Exoascaceae 242, 267
Exoascus 275
Exobasidiaceae 338
Exosporeae 228, **232**
exosporium 250, 258
experimentální přenos viros 571
exsudátová preparační metoda 610
exsudáty 418

F

Fabraea 332
fakultativně anaerobní bakterie 211
fakultativní parasiti 242
Farysia 367
fasciace 443
Fast Green 541
fenoly 486
Ferbam 518
fermentace glycidů bakteriemi 559
Fermiho živná půda 556
Ferribacteriales Krasilnikov 217
Ferrisia virgata Ckll. 110, 164
Feulgenova nukleární reakce 207
fialida 277
fibrosinová tělíska 292
fidžská choroba cukrové třtiny 103
filamenty 227
filiformní listy 429
filosita 445
fixace bakterií 568
fixační směs podle Karnua 207
fixáže 540
Flavimacula 157
Flemingova fixáž 541
fluoroglucinový test 599
fluorochrom 87
Fomes fomentarius (L.) Kicks. 338
formaldehyd 515
— suchý 485
formalin 489, 491, 515, 524
formalin-kyselina octová-alkohol (FAA) 540
Fornicula auricularia L. 101, 102
fosfor 42, 59
fotokopie - řazení 645
fotosynthesa 201
Fractilinea maidis var. *sacchari* Holmes 104, 118
— *oryzae* Holmes 104, 119
— *quarta* Holmes 104
— *tritici* Holmes 105
— *zeae* Holmes 103, 118
Fractilinia 157
Fragaria virus 1 (Plak.) Smith 109, 119
— — *2* (Zell.) Smith 109
— — *3* (Zell.) Smith 109
fragmentace aktinomycet 220, 222
— stélky 379
frakcionovaná centrifugace 613
Frankliniella insularis Frank. 102, 119
Friscanus friscanus Ball. 103
fruktifikační orgány hub 239
Fuhrmannův M-roztok 532
fuchsinový test 86, 600
Fuklasin 518
Fuligo septica Gmel. 226, 233
Fumago 305
Fungi 237
— *imperfecti* 159, 240, 261, 312, **371**
fungicidní účinek 481
fungicidy 504

fungigenestatický účinek 481
fungistatický účinek 481
fungitoxické látky 481
fungolytický účinek 481
Fusarium 254, 311, 371, 392, 410, 412, 417, 453, 484, 516, 518
— *avenaceum* (Fr.) Sacc. 495
— *coeruleum* (Lib.) Sacc. 522
— *lini* Boll. 401
— *lycopersici* Sacc. 411
— *nivale* (Fr.) Ces. 454, 506
— *orthoceras* App. et Wr. var. *pisi* Linf. 410
— *oxysporum* Schl. 410
Fusicoccum 373
— *veronense* C. Masslongo 320
Fusskrankheit 412
fysikální metody k desinfekci 473
fytocecidie 437
fytoftora 518
fytoncidy 481
fytopatologická periodika 657
fytopatologické neperiodické bibliografie 665
— vědecké organizace ČSR 676
— zahraniční prameny 674
fytopatologie - literatura o dějinách 673
fytoptosa révy vinné 437

G

Galla 157
— *fijensis* Holmes 103
Galactinia 330
gameta 237, 240
gametangium 237, 240, 241
Gasteromycetes 226, 334, 337
Gelbsucht 52, 407
gel-diffusion methods 590
gemmy 239
— u *Pythium* 248
Geoglossaceae 331
Germisan 489, 507
Gibberella 310, 371
— *saubinetii* (Dur. et Mont.) Sacc. 310
gigantický habitus 445
gigantismus 445
Ginanniela 370
Ginkoales 241
gleba 335
Gloeophyllum trabeum (Pers.) Murill 420
Gloeosporium 373, 454
— *nervisequum* (Fckl.) Sacc. 318, 320
— *platani* (Mont.) Oud. 319
Glomerella gossypii Edg. 477
glukosový agar 554
Gnomonia erythrostroma Pers. 318, 430
— *leptostyla* Ces. et Not. 318
— *veneta* (Sacc. et Speg.) Kleb. 318, 373
Goldynova metoda 613
gonidangium 202
gonidie 202, 379
gonotokont 237
Gossypium virus 1 (Farg.) Smith 105, 118
gradientní centrifugace 613
Graminevorus tritici Ryžkov 105
Granosan 508
granulosis 448, 450
grafiosa jilmu 482
Graphiola phoenicis (Mougeot) Poiteau 364
Graphiolaceae 364
Griesovo činidlo 561
Grifola sulphurea (Bull.) Pilát 420
griseofulvin 482
grumosis 449
gumosa 418, 450
— okurek 418
gutace 418
Guttulinopsis Olive 227
Gymnoascaceae 276
Gymnocarpi 385
gymnokarpní plodnice 335
Gymnosporangieae 358, 359
Gymnosporangium 340, 342, 343, 359
— *juniperinum* Aut. 496
— — (L.) Mart. 350
— *nidus avis* Thaxter 447
— *sabinae* (Dicks.) Winter 342, 350, 496
gynofilie 447

H

habilitační práce 638
habitusová metoda 55
hadromykosy 410
háďátka 94, 95, 111
hákování 263, 327
hálky 435, 437
— histoidní 437
— organoidní 437
— vnitřní 450
haplodiplobiontický vývojový pochod 365
haplofáze 237
haploidní fáze 237
haplont 237
Harperův typ 329
haustoria 239
— appendiculata 285
— lobulata 285
Hayhurstia atriplicis L. 108, 127
HCH 487
Helminthosporium 413, 497
— *gramineum* Rab. 506
— *papaveris* Hennig 221
Helochara delta Oman 103
Helotiaceae 331, 332
Helotiales 264, 326, **330**
Helvella 330
Helvellaceae 326, **330**
hemiangiokarpní plodnice 335
hemibasidie 334

Hemileia vastatrix Berk. et Br. 496
Hemipuccinia 349
Hemisphaeriales 264
Hemiuromyces 349
Hemitrichia vesparium Macbr. 233
hemityp 349
hemolysa 593
hemolysin 593
Hemophilleae Winslow et al. 215
herbáře mykologické základní v ČSR 675
hermafroditní stélka 240
hesla věcná 634
heterobasidie 334
Heterodera schachtii Schmidt. 451
heteroecické druhy 343, 349
Heteroeupuccinia 349
heterogamické stélky 240
heteromorfní dělení 202
Heteroptera 101
Heterosporium 413
heterothalická stélka 240
heterotopie 446
heterotrofní bakterie 201
— organismy 242
hexachloran 487
hexachlorbenzen 486, 517
histochemické testy 601
histologická vyšetření 599
hlavní rozmnožovací forma 240
hlenky 226
hlenka kapustová 508
hlízkové bakterie 201
hluchost klasů 28, 33
hnědá pruhovitost pšenice 33
— — ječmene 33
— skvrnitost bobu 219
hnědnutí 407
— listů 449
hniličkovatění 420
hniloba 419
— base stonků 421
— bílá 419, 420
— černá 419
— červená 419, 420
— fialová 419
— hnědá 420
— mrkve 219
— měkká 419, 449
— růžová 419
— stonkové base 412
— suchá 419
— šedá 419
— voštinová 420
hniloby dřeva 449
hnojení 461
hodnocení růstu bakterií 557
holobasidie 334
Holobasidiomycetes 334
hologamie 241
holokarpické houby 239
homothalická stélka 240
homothalické druhy 351
Horduia circellata Baker 103
horká metoda kompostování 468
hornice 388
hořčík 59, 76
houby 237
— celulosovorní 420
— lignivorní 420
— nedokonalé 371
hraniční bod termální inaktivace 605
hubení plevelů 462
hustota výsevu 464
Hyalestes obsoletus Sign. 104, 110, 113, 119
Hylospora 360
„hybridisace neúplná“ 258
Hydnaceae 338
hydrosis 408
8-hydroxy-chinolin-benzoát 483
hyfa 238
hymenium 337
hymenofor 337
Hymenolichenes 385
hymenomycetes 334, 338
Hyosciamus virus 3 Hamilton 467
hyperamylosis 451
hypercuticulosis 450
hypercutinisis 450
hypergenese 431
hypermangan 450, 483
hyperparasité 495, 496
hyperparasitismus 495
hyperplastické diskolorace 432
— symptomy 450
hypertrofie 431
hypertrofické deformace 435
hypersensitivita ve virologii 79
Hyphomycetes 307, 312, 371, 373
Hypocreaceae 309
Hypodermataceae 331
hypogeické plodnice 335
Hypomyces 309, 310, 371
hypophoedické druhy 385
hypoplastické destrukce 428
— morfosy 428
hypothalus 231
hypothecium 326

CH

Chaetomium cochliodes Pall. 497
— *globosum* Kze. 497
charbons 360
cheláty železa 38
chemosynthesa 201
chemoterapeutický index 504
chemoterapie 481
— viros 175
— vnitřní 481, 482
Chibgallova etherová cytolysa 612
chirurgické zákroky 465
Chlamydobackeriales Buchanan 214, 217
chlamydospory 239, 272
chloranil 474, 486, 492

chlorid rtuťný 485
— sodný 525
— vápenatý 482
Chlorobacteriaceae Lauterborn 217
Chlorogenaceae 425
Chlorogenus 157
— *callistephi* Holmes 104, 118
— *eutetticola* Holmes 103, 104, 119
— *medicaginis* Holmes 104
— *persicae* var. *vulgaris* Holmes 104, 118
— *vaccinii* Holmes 104
Chlorophyta 157, 379
Chlorosa 52, 407, 424
— chmele 99
— infekční 53
— parasitního původu 53
— z nedostatku železa 37
chlorosis 407
chlorotická proužkovitost cukrové třtiny 104
chlorové vápno 523
chlorpikrin 486
chlupatost 431
choroby rostlin - zprávy 673
— z nadbytku výživy 26
— z nedostatku výživy 26
chorošovník šupinatý 420
chromatinová tělíska bakterií 207
chromatografie - použití 598
chromidia bakterií 207
Chromobacterium Bergonzini 215, 217
Chrysomyxa 359
— *abietis* (Wallr.) Unger 357
Chytridiales 227, 246

I

icterus 407
identifikace virů 604
Igelové a Langův test 87, 601
ikonografie - výběr 671, 672
ikonotéka 646
ikterus 52, 424
imunisace zvířat 581, 584
imunita (ve virologii) 145
— získaná 146
inaktivace virů 91
— — chemikáliemi 606
indexační metoda 579
„indexy desetiroční" 634
indikátorové rostliny 56, 607
infektivita virů 134, 594
inhibice virů 91, 139
injekční metoda 57
inkubační doba 116
inkluse 450
inokulace do kroužku 573
— mechanická 571
inokulační karborundová metoda 573
— testy in vitro 573
Inoperculatae 264
intensita příznaků 400, 401
interference virů 70, 139
intertheciální vlákna 300
intranukleární inkluse 600, 601
intumescence 435
involuční formy 205
Iris virus 1 (Brierley, McWhorter) Smith 85
isidie 381
isogamické stélky 240
isolace bakterií 525, 548
— virových linií 613
isomorfní dělení 202
Isopoda 110

J

jádra bakterií 207
jádro difusní 207
jalovost lat 28
jarovisace 492
jaunissure 407
jednosporová isolace 526
Jensenova metoda moření 473
jmelí 388, 394, 395
— bílé 392
— jabloňové 392
jod 41
jodometrické metody 598
jodoškrobový test 616
juvenilodie 447

K

Kabatiella caulivora (Kirch.) Kar. 412, 415
kadeřavá mosaika brambor 75
kadeřavka 165
— a zakrslost malin 106
— brambor 128
— listů bavlníků 105
kadeřavost 441
— brambor 66
kainit hořčíkový 37
kalciosa 53, 425
kalcifilní lišejníky 384
kalifornská jícha 512
kalimagnesium 37
kalomel 485
kalus 416, 441
kalykanthemie 447
kamenitost 416, 442
kandování osiva mořidlem 490
kapilární metoda 587
kapillitium 231
kapková metoda Dunina a Popovové 588
— mikroprecipitační metoda Jermoljeva a Hrušky 588
kapkové metody precipitační 588
kápovitost 444
kapradinovitost listů 429
Kaptan 518
karanténa 498
— vnější 498

— vnitřní 498
karbamáty 481, 483
karpelloidie 447
karrierové rostliny 69
kartotéka osobní 642
kartotéky v dokumentačních střediscích 634
— v knihovnách 634
karyogamie 238
katalogy publikací 674
keříčkovatění papriky 431
klasifikace chorob 404
— symptomů 404
kleistokarpia 296
klejotok 418
klíčení spor 535
klíčivost osiva 463
klostridiové spory 209
kmeny virů 141
knihovny 640, 675
knižní tvorba československá - prameny 667
kobalt 41
— radioaktivní 479
kobylky 101
Köglův roztok 530
Kochův roztok se septisanem 585
kokoška pastuší tobolka 394
kokotice 113, 388, 389, 395, 575
— jetelová 389, 391
— Gronowova 391
— kalifornská 394
— lnová 391, 395
— mateřídoušková 389
— polní 114
kokotičný roub 575
kokrhel 388, 393, 394, 395
koky 204
koloidní roztoky 505
koloidová metoda aglutinační 592
kolorimetrické metody 596
Kolumella 255
kombinované moření 490
kompendia 631, 671
komplement 593
— standardní 593
komplexní virosy 149
komplexy symptomů 399
konečný bod zředění 605
konglutinace 587
konjugační dělení 263
konidie 239, 290
— pučivé 238
konidiofory 239
konkurenční vztahy organismů 495
konsumenti 237
kontraindikace toxinů 482
kontrakce buněčného obsahu 206
koprofilní houby 242
kopřivovitost listů chmele 429
kopulace apikálně laterální 259
— apikální 259
— gamet 240
— gametangií 241
— heterogamická 240
— laterální 259
koralenthemie 447
koremia 239
korkovatění jádřince 45
korkovitost 441
— vnitřní 441
kořenomorka 430, 431, 434
Kovácsova modifikace stanovení indolu 561
kresol 486, 494
kroužkovitost brambor 34, 218
— bramborových hlíz 417
kroužkový test 154
krystalické inkluse 84
krystalický typ inklusí 600
krystalisace virů 160
krystalová violeť 525, 526
křenčení 414
— jablek 45
křivka optické density 617
křísek řepný 104
— šestitečný 104
křísové 113
křížová imunita 145, 146
křížový test 70, 145
kultury hub 674
kupky teleutospor 346
— uredospor 343
Kuprikol 510
kutinolysa 449
kvalitativní stanovení infekčnosti 572
kvantitativní stanovení virů 614
— test precipitační 616
kvartérní amoniové soli 525
kvasnicový agar 554
— odvar 553
kyanid rtuťnatý 524
kyjatka hrachová 105
— růžová 108
— zahradní 108
— zemáková 107
kyselina dimetyldithiokarbaminová 518
— disulfanilová 561
— dithiokarbaminová 518
— ethylen-bis-dithiokarbaminová 518
— karbolová 523
— octová 486
— sírová 486
kysličník rtuťnatý 485
— siřičitý 494

L

Laboulbeniales 241, 265
Labyrinthomyxa 226
Labyrinthula 226
Labyrinthulales 226, 227
Lachnea hemisphaerica (Wigg.) Gill. 326
Lactobacilleae Winslow et al. 215
Lactobacillus Beijerinck 215
Lactobacteriaceae Orla-Jensen 215

Lactuca virus 1 (Jag.) Smith 109, 127
lakmusové mléko 556
lalokonosec libečkový 133
lámání stonku 415
Lamprosporales 229, 230
latence příznaků 403
latentní doba 116
— virus cukrovky a krmné řepy 68
— — kokotice 68
— viry 68
— život mikrobů 210
Lathraea squamaria L. 388, 392
látkové složení virů 611
látky baktericidní 480
— fumigantní 486
— herbicidní 480
— systemické 481
— virocidní 480
ledek vápenatý 46
Leocarpus fragilis Rost. 233
lepnice 388
leptavá mosaika tabáku 106, 107, 108, 109
Leptinotarsa decemlineata Say. 102
leptoformy 356
Leptomitaceae 246
Leptomotrophus callistephi Ryžkov 104, 118
— *kowacevski* 104
— — *anus* Ryžkov 119
— *lycopersici* 158
— *vaccinii* Ryžkov 104
Leptophyes punctatissima Bosc. 102
Leptopuccinia 349
Leptotrichia 204
leptotyp 349
Leptouromyces 349
Lethum 157
— *australiense* Holmes 102, 119
letněná sadba 178
Leuconostoc van Tieghem 215
Leveillula 289, 290, 295, 298, 299
lhůta setí 464
Licea 231
Lichenes **379**
— *gelatinosi* 384
— *heteromerici* 385
— *homoeomerici* 385
— *kryoblasti* 384
— *phylloblasti* 384
— *thamnoblasti* 384
lignifikace 446
lignolysa 449, 450
Limacinia **300**, 305
Limax maximus L. 111
Lindnerovy testy 596
Lipaphis pseudobrassicae Dav. 109
lipophanerosis 449
liposis 449, 450
lístková (papírková) metoda 589
listy pelorické 444
— šité 444
lišejníky **379**
literatura patentová 638
literatura, prameny čs. fytopatologické literatury 672
— , prameny čs. mykologické literatury 672
— , průběžné studium 651
— , shrnutí 647
— zahraniční - soupis v ČSR 669
lithiasis 416, 442
little peach 146
lněnka 388, 394
„local lesions" 615
loculus 299
Loewův vápenný faktor 35
lofotricha 208
lokální hyperplasie 77
— nekrosy - metoda 573, **615**
Loranthus europeus L. 388, 393
Lycogala epidendrum Fr. 226, 233
lycomarasmin 411
Lycoperdon epiphyllum 352
— *poculiforme* 352
Lycopersicum virus 2 (Valleau, Johnson) Smith 96
— — *3* (Brittlebank) Smith 81, 85, 102, 115, 119, 120, 125, 138, 158, 608
— — *4* Smith 69, 85, 114, 136, 137, 155, 158, 160, 161, 162, 163, 177
lyofilisace antigenů 584
— virového materiálu 619
— v přístroji podle Hradce a Duška 621
lyofilisační přístroj 620
lyse 150

M

Macrosteles divisus Uhl. 104, 125
— *quadripunctulatus* Kirsch. 104
— *sexnotatus* Fall. 104, 118, 120, 124
Macropsis trimacula Fitch. 104, 118
Macrosiphon euphorbiae Thom. 108, 127
— *gei* Koch 108
— *pisi* Kalt. 105
— *rosae* L. 108
— *solanifolii* Ash. 108
Macrosporium carotae Ell. et Langl. 495
máčecí metoda Brandesova 610
Magnusia nitida Sacc. 280
Magnusiella 275, 276
makrocyklické formy 350
makrokonidie 250, 251
malolistost 430
— lilku jedlého 104
„malý list" 50
— — jabloní 430
Mamestra oleracea L. 133
mandelinka bramborová 102
— řeřišnicová 102
mangan 41, 53, 55, 59, 76
manganistan draselný 486, 494, 524
Manihot virus 1 (Dammer) Smith 111
Marmor 157

Marmor abutilon Holmes 105
— *arachidis* Holmes 106
— *brassicae* Holmes 107
— *betae* Holmes 106
— *cepae* Holmes 105
— *cruciferarum* Holmes 106
— *cucumeris* var. *vulgare* Holmes 106, 157
— *dahliae* Holmes 106
— *erodens* Holmes 106
— *fragariae* Holmes 109
— *lacerans* Holmes 482
— *lactucae* Holmes 109
— *leguminosarum* Holmes 105, 118
— *marginans* Holmes 109, 119
— *medicaginis* Holmes 105
— *melonis* Holmes 102
— *persicae* Holmes 106
— *phaseoli* Holmes 105
— *rubi* Holmes 105
— *sacchari* Holmes 107
— *senecionis* Holmes 107
— *tabaci* 157
— — var. *aucuba* 157
— *taraxaci* Holmes 108
— *theobromae* Holmes 110
— *tulipae* Holmes 105
— *umbeliferum* Holmes 106
— *vastans* Holmes 103, 118
— *ypsilon* Holmes 106
Marmoracea 157
Martinův test 597
maskování příznaků 402
masopeptonový agar se škrobem 555
maximální teplota růstu bakterií 558
Medicago virus 1 (Weimer) Smith 105, 106, 590, 612
— — *4* (Edwards) Smith 104
megalokonidie 252
mechanická inokulace 571, 572
mechanické očkování rostlinnými extrakty 571
mechanismus účinku měďnatých fungicidů 515
— — sirných fungicidů 515
Melampsora 342, 360
— *cerastii* (Pers.) Winter 340
— *larici - epitea* Klebahn 350
— *lini* (Schum.) Léveillé 350
Melampsoraceae 349, 360
Melampsorella 348, 360
Melampsoridium 360
Melampyrum 388, 394
— *arvense* L. 393, 394
— *pratense* L. 394
— *silvaticum* L. 394
Melanconiales 371, 373
melanismus 434
Melanoplus angustipennis Dolge 102
— *bivittatus* Say. 102
melanosa 454
Melanotaenium 370
mesofilní bakterie 211
mesosporium 265
Merfen 523
meristematické kultury 618
merogamie 240
Merulius lacrymans Wulf. 516
merthiolát 590,
metamorfosy 446
metaplasie 446
metastasy 438
metatrofní bakterie 201
methylbromid 486
metlovatění 434
metlovitost brambor 114
— vojtěšky 104
metoda anafylaxe 594
— lapacích rostlin 171
— přímého vpravování inokula 576
— reakce vazby komplementu 587
— suché jehly 526
metody mikromanipulační 526
— počítání částeček 617
— zřeďovací 526
metulae 278
měď 41, 49, 53, 55, 59, 76
— Sandoz 511
měděnka 432
měďnaté fungicidy 509
— látky 483, 485
— vápno 510
měření okulárovým mikrometrem 538
— pH pevných půd 533
M-fáze 557
Micrococcaceae Pribram 215
Micrococcus Cohn 215
Microglossum lutescens Boud. 330
Micromonospora Ørskov 222, 223, 224
Micromonosporaceae Krasilnikov 223, 224
Micropuccinia 349
Microsphaera 296, 299
— *alphitoides* Griff. et Maubl. 290, 295, 296, 298
Microuromyces 349
mikroaglutinační metoda 592
mikroelementy 40
mikrocysty 229
mikrofilm 638
mikroprecipitační metoda Slogterenova 588
mikroskopické metody diagnostické 598
mikroskopování herbářového materiálu 539
mikrotyp 349, 357
Milesina 360
minimální teplota růstu bakterií 558
Minuor 157
mnohoplodnost 443
modifikace příznaků 399
— symptomů 400
mokřatka polní 110
molice 111, 171
— tabáková 67, 88
molybden 41

molybdenan amonný 49
— sodný 49
Monascus purpureus Went. 280
Monilia 332, 412, 419
monoaecické druhy 349
Monoblepharidales 241, 246
monofágní parasiti 242
monoická stélka 240
monosporová isolace 526
monotricha 208
Morchella 330
morfologické vyšetření virových částic elektron. mikroskopem 609
morfosy 404, 406
Morsus suffodiens Holmes 103, 118
Mortierella 258
— *bainieri* Cost. 254
moření anaerobní 492
— bičíků bakterií taninem 568
— dvoufázové 474
— formalinem 516
— horkou vodou 473
— — — jednofázové 476
— jednofázové 474
— kropením 488
— máčením 474, 488
— mokré 488
— osiva 487
— ovlhčováním 489
— postřikem 489
— rychlé 489
— — formalinem 491
— suchým teplem 477
— suché 489
— termické 473
— — suché 477
— termochemické 477
mořidla fumigantní 488
— osiv 506
— suchá 488
mosaika 53, 67, 425
— a nekrosa zelí 107, 109, 127
— brambor těžká 75
— broskvoní 89
— celeru obyčejná 131, 135
— cinerarie 107
— cukrové třtiny 107, 108
— cukrovky 126
— fazolí 85, 95, 105, 106, 107, 108, 109
— hrachu 105, 106, 108, 109, 444
— jiřin 85, 106, 109
— karafiátů 92, 139
— konopí 99
— kroužková 426
— kukuřice 85
— květáku 106, 107, 109, 126
— maliníku 105
— manioky 105, 111
— mramorovitá 426
— narcisu 105, 106, 108, 109
— na tařici 69
— nervová 426
— ornamentální 426
— okurek 107, 108, 109, 608
— — obyčejná 146
— ovsa 85
— pásková 426
— pšenice 85, 94
— řepy 71, 100, 106, 108, 109, 110, 112
— salátu 109
— sóje 95, 106, 107, 109
— tulipánu 106
— tuřínu 107
— tabáku 67, 68, 425, 608
— — obyčejná 96
— vojtěšky 105, 106
— zdánlivá 426
mosaiková kropenatost 426
— mozolovitost 435
— proužkovitost 426
— skvrnitost 426
mramorová mosaika 423
mramorovitost 423
mrazová sublimace 585
mrazuvzdornost 36
mrtvice 412
mšice 101, 171
— bobová 112
— broskvoňová 81, 109, 110, 111, 113, 115, 122, 126, 129, 130, 131, 170, 171, 174
— kukuřičná 107
— maková 106, 112, 140, 174
— řešetláková 107, 112
— salátová 101
— skleníková 107
— zelná 107, 112, 126
— zdobená 108, 111, 112, 126, 127, 128, 132
Mucilago spongiosa Morg. 233
Mucor 254, 258
— *corymbifer* Fischer 254
— *mucedo* L. 258
— *racemosus* Fres. 254
— *septatus* Bezold 254
— *sphaerocarpus* Hag. 254
Mucoraceae 253, 254, 258
mumifikace 421
Musivum tabaci 158
mutace rostlinných virů 143
Mycelia sterilia 371
mycelium 238
Mycetes 237
Mycetozoa 226
Mycobacteriaceae Chester 222
Mycobacterium Lehmann et Neumann 222
Mycosphaerella 307
— *fragariae* (Schw.) Lind. 181
Mycosphaerellaceae 300, 306, 308
mykocecidie 437
mykofloristické příspěvky 673
mykoflóra - výběr 671
mykologie 237
— , literatura o dějinách 673

mykologická periodika 657
mykologické neperiodické bibliografie 665
— vědecké organisace v ČSR 676
— zahraniční prameny 674
mykolytický účinek 481
mykoplasma 340
mykotéky 674
Myriangiales 264
myxaméby 226, 228, 229
Myxobacteriae Heller 217
Myxobacteriales Jahn 214
Myxogastrales 226, 227, 228, 232
myxomonády 226, 228
Myxomycetes 226, 228, 237
Myxophyta 226
Myzodes persicae Sulz. 81, **99**, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 118, 119, 122, 126, 127, 129, 130, 171, 174
Myzus ascalonicus Donc. 110
— *cerasi* Fab. 108
— *circumflexus* Buck. 107
— *ornatus* Laing. 108, 111, 112, 126, 127, 128, 132

N

Nabam 481
nadbytek boru 51
— draslíku 54
— dusíku 51, 54
— fosforu 51, 54
— manganu 51
— vápníku 51, 52
— živin 51
nádorovitost 438
— řepy 219
nádorovka kapustová 454
nadutí 435
Naegelia 296
nahromaďovací půdy 525
námel 418
nanismus 430
Nanus fragariae Holmes 109
narůstání hlíz 434
nařízení 638
Nasonovia ribis-nigri Mosl. 101
názvosloví chorob 453
— symptomatické 453
nebiologické postupy kvantitativního stanovení virů 614
Nectarosiphon rubi Kalt. 105
Nectria 309, 310, 371, 412, 452
— *coryli* Feckl. 310
— *galligena* Bress. 416, 441
— *inaurata* Berk. et Br. 310
— *sinopica* (Fr.) Tul. 310
nedostatek boru 36, 42, 47, 56, 58
— draslíku **31**, 32, 33, 52, 54, 58
— dusíku **27**, 28, 54, 56, 58
— fosforu **28**, 29, 30, 31, 54, 58
— hlavních biogenních prvků 27
— hořčíku **35**, 36, 37, 52, 58
nedostatek manganu 46, 56, 59
— mědi 47, 59
— molybdenu 48
— síry 39, 59
— stopových prvků 27, **40**
— vápníku 35, **38**, 39, 52, 59
— výživy - příčiny 26
— železa 37, 52, 59
— sekundární železa 37
— zinku 49, 58
negativní výběry 168, 463
Neisseria 204
Neisseriaceae Prévot 215
nekrosa base stonků 421
— epidermálních pletiv 450
— kambia 450
— phloemu 450
nekrotické dekolorace 406
nekrosy 404
— cytologické 449
— diferenciální 450
— dužniny 416
— histologické 450
— korkovité 417
— lokální 453
— místní 412
— vaskulární 410
nematocidy 480
Nematoda 94, 111
Neocolla circellata Baker 103
— *confluens* Uhl. 103
— *dolobrata* Ball. 103
— *gothica* Sing. 103
— *hieroglyphica* Say. 103
— *severini* Delong 103
Neofabraea malicorticis (Cord.) Jack. 416
Neomyzus circumflexus Buck. 107
Neovossia 370
nepersistentní viry 576
Nephotettix apicalis Motsch. 67, 119, 123
— — Motsch. var. *cincticeps* Uhl. 100, 104
nepravá svinutka brambor 76
nervová mosaika květáku 137
Nesslerovo činidlo 561
nestálé viry 576
neštovice švestek - šarka 106
Neurospora sitophila Shear et Dodge 495
neutralisace (virologie) 150
– infekčnosti 587, 594
neutrální stélka 240
německá kadeřavka cukrovky 102, 158
— virová kadeřavka cukrovky 172
Nicotianavir commune 157
Nicotiana virus 1 (Allard, Mayer) Smith 77, 79, 84, 85, 91, 111, 114, 115, 128, 133, 136, 137, 141, 143, 144, 148, 151, 152, 155, 157, 158, 160, 161, 163, 402, 425, 429, 467, 590, 592, 608, 613, 614, 615, 618
— — *1 C* (Bewley) Smith 85, 138, 156

Nicotiana virus 7 (Johnson) Smith 85, 91, 106, 107, 108, 109, 115, 149, 156, 158, 572
— — *10* (Storey) Smith 105, 445
— — *11* Smith 69, 91, 92, 136, 137, 161, 163, 177, 413, 612
— — *12* (Fromme) Smith 147, 151, 158, 401, 413, 608, 612,
— — *13* (Price) Smith 85, 91, 163
Niroxyd 511
nitovitost 445
— hlíz 437
Nirit 517
nitratační bakterie 201
Nitrobacteriaceae Buchanan 214
nitrobakterie 201
nitrofilní lišejníky 384
nitrogenní bakterie 201
Nitrosan 516
Nitrosomonas Winogradsky 217
NIUIF 1 508
Nocardia Trevisan 222, 223
nomenklatura chorob 453
Novozir 518
numerický systém ve virologii 156
N-thiotrichlormetyltetrahydroftalimid 518

O

obecná strupovitost brambor 211
obligátní anaerobní bakterie 211
— parasiti 242
obliterace sítkovic 450
obyčejná mosaika celeru 106, 109, 167
očková metoda 168
očkování nátěrem na šikmý agar 552
— půd 497
— tekuté živné půdy 552
— v Petriho miskách 552
— vpichem 552
oddělování bakterií od hub 525
— hub od bakterií 525
odolnost viru proti stárnutí ve šťávě 605
Odontites 388
— *rubra* (Baumg.) Opiz. 394
oedem 435
ohňovec ohňový 420
ochmet 388, 393, 394
ochrana chemoterapeutiky 481
— kultur termická 479
— proti virovým chorobám 167
Ochropsora 348, 360
Ochropsoreae 359
Ochrosticta 157
oidie 239, 290
Oidium 287, 289, 290, 292, 298, 299
Oidiopsis 287, 290, 292, 299
okrajová spála listů 34
„okrajová spála ovocných dřevin“ 34
okruh hostitelů virů 608
Olpidiaceae 244
Olpidiopsidaceae 244
Olpidium 421
— *brassicae* (Wor.) Dang. 244
Oniscus asellus L. 110
Onygenaceae 276
oogonium 241
Oomycetes 246, 243
oospory 240
opad plodů 33
Operculatae 264
operculum 326
Ophiobolus 497
— *graminis* Sacc. 415, 461
Ophiostomataceae 276
opsis-typ 349, 356
optimální bod precipitace 616
— teplota růstu bakterií 558
Orcadella 231
organická barviva 516
organické fungicidy 515
Orobanche 388, 391
— *minor* Sutt. 391
Orosius argentatus Evans 104
Oryza virus 1 (Fukushi) Smith 85, 100, 104, 119, 123
osevní postup 462
ostiolum 309
osvědčení fytopatologické 498
ošetřování rostlin 462
Otiorrhynchus ligustici L. 133
otok 435
otomykosy 254
outkovka pestrá 420
Ovularia Sacc. 307
Ovulariopsis 287, 290, 291, 292, 299
oxychromosis 449

P

padání 421, 486
— klíčenců 472
padlí 284
— chmelové 515
— jabloňové 514
— okurkové 515
— révové 515
— růžové 515
— u pšenice 55
paedogamie 241
Pagaronia confusa Oman 103
— *furcata* Oman 103
— *13-punctata* Ball. 103
— *triunata* Ball. 103
p-amidobenzensulfonamid 482
panašovaná mosaika chmele 99
panašování 423
— marginální 423
— okrajové 423
— sektoriální 423
— virové 423
Panogen 508
paprsky X 467
„paracrinkle“ 68, 73, 88, 90, 401

parafysoidní chlupy 326
parafysoidy 300
parafysy 263, 326, 337
paraplektenchym 239
parasitismus 242
„parasitní bílkovina“ 135
parasitní rostliny jevnosnubné 388
paratrofní bakterie 201
parenchymatosa 446
Parmelia physodes (L.) Asch. 382
— *sulcata* Tayl. 382
parthenogamie 241, 317
parthenogenese 242
Parvobacteriaceae Rahn 215
Passolara Fries 307
Pasteurelleae Castellani, Chelmers 215
p-dichlorbenzen 529
Pedicularis 388, 394
Peltigera aphthosa (L.) Willd. 382
Penicillium 254, 277, 281, 419, 477, 544
— *crustaceum* Fr. 279, 281
— *glaucum* Link 283
— *luteum* 281
— *stipitatum* Thome 281
— *vermiculatum* Dangeard 280
pentachlornitrobenzen 486, 517
Pentatrichopus fragariae Cock. 109, 119
Pepplerova metoda moření bičíků bakterií 568
peptonové bakterie 201
Peregrinus maidis Ashm. 103, 118, 122
perforace 414
peridie 231, 276
perifysy 309
periplasma 250
Perisporiales 264, 286, 300
perithecium 263, 379
peritricha 208
Perkinsiella saccharicida Kirk. 103
perlovitost kořenů 436
Peronospora 246, 247, 249, 511
Peronosporaceae 242, 246, 258
Peronosporae 249
Peronosporales 267
peronospora chmelová 454, 518
— révy vinné 509, 518
peroxyd vodíku 524
persistentní viry 576
pestrobarevnost 428
— listů abutilonu 70, 105
— tulipánů 68, 110
— tulipánových květů 66, 70, 88
pestrobarevný abutilon 67, 88
petalodie 447
Peziza 330
Pezizaceae 326, 330
Pezizales 241, 264, **326**, 330
pěstitelské zásahy 462
pěstování fytopatogenních bakterií 551
— fytopatogenních organismů 529
— viru v kulturách pletiv in vitro 618
— — v rostlinných explantátech 618
Pflankuchova a Kauchova metoda 613
p-chlorfenochinon 517
Phaedon cochleariae Fabr. 102, 119
Phaseolus virus 1 (Pierce) Smith 85, 95, 105, 106, 107, 108, 109, 136, 152, 573, 574
Phellinus igniarius (L. ex Fr.) Quélet 337
— *igniarius* (L.) Quél. 420
— *pini* (Thore) Pilát 420
Philaenus leucophthalmus L. 103, 104
— *spumarius* L. 104
Phoma 413, 419, 508, 516
— *betae* (Oud.) Frank 477, 506
— *lingam* (Tode) Desm. 421, 476, 524
„phony peach“ 479
Photobacterium Beijerinck 217
Photophilus elegans Ryžkov 105
Phragmidieae 358, 359
Phragmidium 344, 346, 348, 359
— *fusiforme* Schröter 350
— *mucronatum* (Pers.) Schlecht. 356
— *rosae-alpinae* (DC.) Winter 350
— *rubi idaei* (Pers.) Karsten 350
phragmobasidie 334
Phragmobasidiomycetes 334, **339**
Phycomyces 258
Phycomycetes 239, 240, 243, **244**, 454
Phyllachora 313
— *graminis* (Pers.) Fckl. 313
Phyllactinia 287, 289, 290, 296, 299
— *berberidis* Palla 295
— *corylea* (Pers.) Karst. 295
— *suffulta* (Reb.) Sacc. 295
— *suffulta* f. sp. *alni, betae, carpini, coryli, fagi, fraxini* 295
phyllodie 447
phyllomanie 447
Phyllosticta Pers. 307, 413, 414
Phyllotretta atra Fabr. 101
— *cruciferae* Goeze 101, 102
— *vittula* Redteub. 101, 102
Physalospora malorum (Pk.) Shear 416
Physarum 230, 233
— *cinereum* Pers. 233, 236
— *gyrosum* Rost. 233
— *muscorum* Berl. 233
Physariineae 229
Phytometra gamma L. 123, 133
Phytomyza orobanchica 392
Phytophaginae 157
Phytophthora 246, 247, 248, 249
— *cryptogaea* Peth. et Laff. 470
— *erythroseptica* Pethybr. 248
— *infestans* (Mont.) de Bary 247, 248, 421, 461, 467, 511, 524
— *terrestris* Shebr. 485
Phytoviraceae 157
Phytovirus 157
— *nicomosaicum* 157
Pianeze III B 542
Piercova choroba révy vinné 87, 88, 103, 112, 120, 164

Piesma cinereum Say. 103
Piesma quadrata Fieb. 102, 110, 172, 498
Piesmaphilus americanus Ryžkov 103
— *europaeus* Ryžkov 102, 158
pihovitost 413
pikroformol Bouinův 541
Pilobolus 258
— *anomalus* Ces. 258
pilosis 431
pionoty 311
Piptocephalis freseniana de By. 254
Piptoporus betulinus (Bull.) Karst. 420
pistillodie 447
Pisum virus 1 (Osborn) Smith 105, 106, 108, 109, 118, 444
Placosphaeria 332
plán pokusné práce 647
— pozorování 647
Planococcaceae Krasilnikov 217
plasmodiofora 461
Plasmodiophora 226
— *brassicae* Wor. 227, 244, 401, 437, 454, 461, 508, 517
Plasmodiophoraceae 243
Plasmodiophorales 227
plasmodium 226, 229
— agregační 227
— pravé 227
plasmogamie 237, 238
plasmochisis 449
Plasmopara 246, 249
— *viticola* (B. et C.) Berl. et de T. 247, 249, 400, 509
plasmoptysa 449
plazivý pohyb bakterií 203
Plectascales 264, **276**, 277, 286
Plectophoma v. H. 307
plektenchym 239
plektridiové spory 209
plectridium 209
pleomorfismus 261, 318
Pleospora 300, 308
pletivo hyperhydrické 435
— regenerační 441
plíseň bramborová 165, 461, 511, 517
— dusivá 454
— chmelová 454
— sněžná 454, 506
— šedá 454
plísně **244**
plstnatost 436
plodové deformity 430
ploštice 101
— (sítěnka) řepná 110
Plowrightia 308
podbílek 388
— šupinatý 392
podetium 379
podhoubí 238
Podosphaera 296, 299
— *leucotricha* (Ellis et Everth.) Salm. 298, 514
— *oxyacanthae* (DC.) de Bary 298
Poecile 157
pohlavní rozmnožování bakterií 202
pohyb bakterií 203
pokusy orientační 649
polní tabákový test 579
Polybarit 513
Polycladus 157
polyfágní parasiti 242
polykarpie 443
polykladie 434
polymorfismus 318
Polyporaceae 338
Polyporellus squamosus (Huds.) Karsten 338, 420
Polyspora 413
— *lini* Laff. 415, 453
Polystigma 313
— *rubrum* (Pers.) DC. 241, 313, 318
Polystigmataceae 309, **313**
polysulfidická síra 512, 513
Polythrincium trifolii Schm. et Kze. 308
Pomarsol 518
popraše 505
positivní výběry 463
postřiky 505
pouzdra bakterií 208
praeimunita 145
prášilka 341
prašná sněť ovesná 515, 517
pravé roztoky 505
precipitace 150, 587
— v agaru - metody 590
precipitační metody - použitelnost 590
— sérologické metody 587
precipitát 154
precipitin 587
precipitinogen 587
preimunita 608
preimunitní testy 608
Proactinomyces Jensen 223, 224
— *alni* (Peklo) Krasilnikov 224
probasidie 341
producenti 237
profylaktiva 483
progamety 261
prolepse 434
prolévání půdy 485
proliferace 442
prolifikace 442
promycelium 341, 346, 348
propagace 239
propařování půdy **469**, 470
Propionibacterium Orla-Jensen 215
prorůstání 442
prostředky fungicidní 480
— fungitoxické 480
Protascales 261, 263
Proteae Castellani, Chalmers 215
Proteomyxa 226
Proteus Hauser 215
— *vulgaris* Hauser 211
prothallus 379
protidávky toxinů 482

protobasidie 334
Protobasidiomycetes 334
protokoly 650
Protomyces 265
— *macrosporus* Unger 265
Protomycetaceae 265
prototrofní bakterie 201
proužková mosaika kukuřice 103
proužkovitost cibule 85, 101
— kosatců 85
— kukuřice 104
— rajčat 69
provedení sklizně 464
prsténková mosaika melounu 102
prsténkovitost karafiátů 137
prsténkový test 154
pruhovitost 413
— ječná 506
Prunus virus A Smith 146, 479
— — *1* (Kunkel) Smith 104, 118, 137, 146, 479
— — *2* (McClintock) Smith 114, 431, 479
— — *3* (Hutchins) Smith 578
— — *4* (Bennet) Smith 479
— — *5* (Hutch.) Smith 77, 106, 414, 419, 479
prvohoubí 341
předmáčení osiva 473
předsefová příprava 463
předtřídění osiva 463
předhnojení draslíkem 51
přenašeči virů - určení 607
přenášení virových chorob 88
přenos rostlinných virů vektory - metody 575
— — kokoticí - metoda 575
— — očkováním - metody 577
— — roubováním - metody 577
— virů 606
— — hmyzem 100, 575
— — kokoticí 575
— — půdou 94, 607
— — roubováním 89, 577, 616
— — semenem 95, 607
přerušovaná sterilisace 532
přikájení 578
příprava antisér, jejich konservace a úprava 581
přípravky 504
přirozené kultivační půdy pro pěstování bakterií 212
příznaky 400
— diskolorační 405
— druhotné 400
— habitální 403
— holonekrotické 406
— lokální 403
— makroskopické 406
— morfogenní 405
— plesionekrotické 406
— všeobecné - systemické 403
Psammotettix striatus L. 105
Pseudococcus bukobensis Laing. 110, 126
— *celtis* Strikl. 110
— *citri* Riso 110, 126, 164
— *Hargreavesi* Laing. 110
— *longispinus* T. 110
— *njalensis* Laing. 110, 126, 164
pseudogamie 241
pseudohymenium 299
pseudomixis 241
Pseudomonadaceae Winslow et. al. 217
Pseudomonadeae Kluyver, van Niel 214
Pseudomonas Migula 214, 215, 217
— (Migula) Dowson 218
— *aeruginosa* (Schroeter) Migula 215, 495
— *fluorescens* (Flügge) Migula 211, 218
— *hyacinthi* Wakk. 479
— *lachrymans* (Smith) Bryan 566
— — Smith et Bryan 219
— — (Smith et Bryan) Carsner 492
— *medicaginis* Sacket. 482
— *michiganense* (E. F. Smith) Jensen 478
— *phaseolicola* (Burkh.) Elliott 219, 563
— *pyocyanea* Migula 483
— *savastanoi* (E. F. Smith) F. L. Stevens 440, 558
— *solanacearum* Erw. Smith 486, 487
— *syringae* van Hall 418
— *tabaci* Stew. 471
pseudoparafysy 300
pseudoparenchym 239
pseudoparenchymatické interascikulární elementy 300
pseudoperidie 342
pseudoperithecia 299
Pseudoperonospora 249
— *humuli* (Miyabe et Takahashi) Wilson 454, 511
pseudopionoty 312
pseudopodie 228, 229
Pseudosphaeria 299
Pseudosphaeriaceae 299, 300, 308
Pseudosphaeriales 264, 300
Pseudopeziza 332, 413
— *tracheiphyla* Müll. Thurg. 433
pseudothecia 299
psychrofylní bakterie 211
Pteridophyta 241
Puccinia 342, 344, 346, 349, 353, 359
— *aegopodii* (Schum.) Mart. 357
— *agrostidis* Plowright 350
— *anthoxanthi* Fuckel 350
— *arenariae* (Schum.) Wint. 357
— *arrhenatheri* (Klebahn) Erikss. 340, 349, 350, 437
— *caricis* (Schum.) Reb. **340**
— *coronata* Corda 348
— *dispersa* Erikss. et. Henn. 345, 350
— *epilobii* DC. 357
— *galanthi* Unger 349

Puccinia glumarum (Schm.) Erikss. et Henn. 55, 345, 400
— *graminis* Pers. 317, 342, 343, 349, 350, **351**
— *geranii-silvatici* Karst. 349
— *helianthi* Schw. 352
— *malvacearum* Montagne 349, 350, 357
— *mulgedii* Sydow 350
— *petroselini* (DC.) Lindroth 350
— *pimpinellae* (Str.) Mart. 350
— *poarum* Niels. 496
— *porri* (Sow.) Winter 350
— *ribis* DC. 349, 350
— *sorghi* Schweinitz 350
— *stipina* Tranzchel 350
— *suaveolens* (Pers.) Rostrup 349, 350, 496
— *tragopogi* (Pers.) Cda. 349
— *triticina* Erikss. 55
— *vincae* (DC.) Berk. 496
Pucciniaceae 358, 359
Puccinieae 358, 359
Pucciniastrum 343, 360
— *abietii-chamanerii* Klebahn 342
Pucciniopsis 349
půdy diagnostické při pěstování bakterií 213
— elektivní při pěstování bakterií 213
— pro pěstování bakterií **553**
— speciální bakteriologické **555**
— výběrové při pěstování bakterií **213**
— vylučovací při pěstování bakterií 213
— základní bakteriologické **553**
— — pro pěstování bakterií 212
— zvláštní pro pěstování bakterií 213
pufrovací schopnost půd 533
puchýřnatec broskvový 514
půllistová metoda 615
pyknidy 240, 341, 382
pyknospory 240, 341, 382
Pyronema confluens (Pers.) Tul. **327,** 470
— — var. *inigneum* 329
— *domesticum* (Sow.). Sacc. 330
Pyronemaceae 326, **327,** 330
Pyrenocarpi 385
Pyrenomycetes 264, 309
Pythiae **247,** 249
Pythium 156, 246, 247, 248, 249, 421, 453, 462, 472, 483, 485, 497, 508
— *echinulatum* Matthews 248
— *elongatum* Matthews 248
— *debaryanum* Hesse 247, 248
— *torulosum* Coker et Patterson 248

Q

Quanjerja tuberosi Ryžkov 107, 118, 158

R

radioaktivní záření 467
radiofrekvence 466
rakovina 415, 454
— brambor 436, 486
— nekrotická 415
— otevřená 416
— uzlovitá 416
Ramularia Unger 307, 308, 413
Ramularisphaerella 308
„rattle" virus tabáku 136
Raulinův roztok 531
reakce (pH) živných půd 533
— vazby komplementu 593
reducenti 237
redukce listů 429
— nitrátů bakteriemi 560
referátová periodika 662
referáty přehledné 631
— souborné 631
registrace studované literatury 642
regulace vlhkosti při klíčení spor 535
rejdivá buňka 229
resinosa 450
resistence bakterií vůči vysoušení 559
resorcinová modř 87
restaurace 435
resupinátní plodnice 335
rešerše 638
— literární 631, 634
„review" 631
rez hrachová 438, 445
— hrušňová 496
— jeřábová 496
— podběl olipnicová 496
— travní 348, 353
R-fáze 557
Rhinanthus 388, 393, 394
— *apterus* Ostf. 395
Rhizina 330
rhiziny 379
Rhizobiaceae Conn 215
Rhizobium Frank 215, 217
— *leguminosarum* Frank 205
Rhizoctonia 421, 472, 484, 497, 516
— *solani* Kühn 95, 400, 403, 430, 431, 434, 462, 464, 469, 495
— *violacea* Tul. 419
rhizoidy 239
rhizomorfy 239
Rhizopoda 226
Rhizopus 254
— *nigricans* Ehrenberg 254
Rhodobacteriineae Breed, Murray, Hitchens 214
Rhodan 492
Rhopalomyzus ascalonicus Donc. 108
Rhopalosiphon maidis Fitch. 107
— *padi* L. 106
Rhytisma acerinum (Pers.) Fr. 413, 427
Rickettsiaceae 157
Richardsův roztok 532

Rimocortius 157
ring-spot 147
— — karafiátů 137
— — tabáku 85, 91, 96
Roestelia cancellata Reb. 342
roncet révy vinné 83, 84
Rosellinia 318
— *necatrix* (Hart.) Berl. 486
rosetka 431
— podzemnice olejné 106
— (růžicovitost) broskvoní 114, 431
— tabáku 111
rosetkovitost 50
rostlinné explantáty 530
rostliny kalkofobní 51
roubování na kořen 578
— na láhev 578
rozdělování půd do kultivačních nádob 534
rozklad niterný 420
rozmnožování bakterií 202
rozpouštění (virologie) 150
roztoči 110, 111, 529
rtufnatá mořidla 485
rtufnaté fungicidy 506
— látky 483
Rubus virus 1 Smith 105
— — *2* Smith 105
— — *3* (Melch. et Ben.) Smith 106, 137
Ruga 157
— *bemissiae* Holmes 105
— *gossypii* Holmes 105, 118
— *tabaci* Holmes 105
Rugaceae 157
rukopisy 638
ruská mosaika pšenice 105
růst bakterií 212
rutheniová červeň 542
růžicovitost ovsa 172
rzi 339
— na kapradinách 343
rzivost u pšenice 55

Ř

řasinky 203
řepná spála 39
řezání na zmrazovacím mikrotomu 543
— zdřevnatělých pletiv 543
řízková metoda 168

S

Saccharomycetes 242
Saccharum virus 1 (Brandes) Smith 85, 107, 108
— — *2* (Kunkel) Smith 103
— — *4* (Storey) Smith 104
sadbové oblasti brambor 168, 172
safranin 541
Salmonelleae Bergey, Breed, Murray 215
saprofytismus 242
Sappaphis malifoliae Fitch. 109
— *sensoriaria* Mason 105
— *tulipae* Boyer 110
Saprolegniaceae 246
Saprolegniales 227
saranče 102
sarciny 202, 204
Sarcosphaera 330
sarcosis 436
Savoia 157
— *betae* Holmes 102
— *piesmae* Holmes 103
„scald" 417
Scaphytopius acutus Say. 104
— *dubius* Van Duzee 104
— *irroratus* Van Duzee 104
— *magdalensis* Prov. 104
— *verecundus* Van Duzee 104
Schinzia penicillata 296
Schizonella 367
Schoperův roztok 530
Schroeteria 370
Scleroracus vaccinii Van Duzee 104
Sclerospora 247, 249
Sclerotinia 239, 332
— *baccarum* (Schroet.) Rehm. 332
— *cinerea* Schroet. 333
— *fructigena* Schroet. 333
— *gladioli* (Mass.) Dray. 494
— *ledi* Naw. 332, 333
— *libertiana* Fuck. 333
— *linhartiana* Prill. et Del. 332
— *padi* Wor. 332
— *rhododendri* Ed. Fisch. 332, 333
— *sclerotiorum* (Lib.) De By. 403, 412, 416, 419, 469
— *trifoliorum* Eriks. 333
— *urnula* (Weinm.) Rehm. 332
— *vaccinii* Wor. 332
Sclerotium clavus DC. 322
— *rolfsii* Sacc. 486
Secale cornutum 322
segmentace u aktinomycet 220, 222
sekundární nedostatek draslíku 31
selektivní půdy 525
senilita brambor 66
separátní výtisky 641, 645
Septoria 307, 308, 413
— *apii* 413
— *gladioli* Pass. 494
— *linicola* (Speg.) Gar. 498
septoriosa celeru 55, 511
Septorisphaerella 308
sérodiagnostika - výhody a nevýhody 595
sérologická diagnostika viros 581
Serrateae Bergey, Breed, Murray 215
sestavení zprávy nebo publikace 652
setae 326
sexualita hub 240
S-fáze 557
Schiffovo činidlo 207

sifonální hyfy 238
Siphomycetes 245
Siphonales 245
síra 59, 486
— sfinx 514
síran hlinitý 486
— hořečnatý 37
— — bezvodý 37
— manganatý 47
— měďnatý 48
— zinečnatý 50
— železnatý 38
sirná játra 513
sirné fungicidy 512
sítěnka řepná 102, 172, 498
sirouhlík 486
sklerocium 230, 239
sklerenchymatosa 446
sklovitost 408
skolekosporní výtrusy 320
skvrnatička řepná 511
skvrnitost 412
— jonathanová 413
— lenticelová 413
— suchá 414
sladový agar 529
slimáci 111
slizovky 226
slizový výtok 418
složení živných půd pro houby 529
Smicronyx coecus Reich 391
— *jungermanniae* Reich 391
smolnatění 419
smrtící teplota pro bakterie 558
Smuts 360
sněti 360
sněť cibulová 486
— ječná krytá 506
— mazlavá 517
— — pšeničná 506
— ovesná krytá 506
— zakrslá 486, 517
Soja virus 1 (Gard., Kendr.) Smith 95, 106, 107, 109, 158
Solanophilus tuberosi 158
Solanum virus 1 (Orton) Smith 68, 85, 87, 88, 115, 128, 135, 137, 139, 141, 142, 143, 144, 148, 149, 151, 153, 157, 158, 163, 177, 401, 467, 495, 572, 573, 583, 584, 592
— — *2* (Orton) Smith 77, 85, 87, 106, 107, 108, 109, 115, 126, 147, 149, 155, 158, 162, 163, 413, 495, 584, 592
— — *3* (Murphy et McKay) Smith 107, 108, 109, 111, 149, 574, 608
— — 7 (Salaman et Pelley) Smith 68, 73, 88, 402
— — *8* (Clinch et al.) Smith 101
— — *9* (Murphy et Quanjer) Smith 88
— — *12* (Schultz et Fols.) 102, 108, 109
Solanum virus 14 (Appel, Quanjer) Smith 81, 85, 86, 101, 107, 108, 109, 118, 126, 137, 149, 401, 402, 430, 441, 450, 451, 599, 601, 608
— — *15* (Hungerf. et Dana) 114, 437, 479
— — *16* (Barrus et Chupp) 103, 110, 118, 143
Solbar 513
sorály 379
Sordaria 242
Sordariaceae **309**
soredie 379
sori 341
sorokarp 227
Sorosporium 367
sorus 244
spála 407, 412, 415, 417, 453
— kořenová 421
— lnu 418
— řepy 418, 506
spálení 417
specificita a etiologie symptomů 403
spektrografické metody ve virologii 195
Spergon 486, 492
spermacie **341**, 342
spermatozoid 241
spermogonia 341
Sphacelia segetum Lév. 321
Sphacelotheca 367
Sphaeriales 264, 300, **309**, 313, 318
Sphaerotheca 290, 294, 295, 296, 299
— *castagnei* Lév. 292
— *fuliginea* (Schlecht.) Salmon 292
— *humuli* (DC.) Burr. 287, 292, 298, 515
— *mors uvae* (Schw.) Berk. 295, 298, 514, 516
— *pannosa* Lév. 296, 298, 515
Sphaeropsidales 371, 373
Sphaeropsis 419
Spilosoma menthastri Cl. 133
Spirillaceae Migula 217
Spirilleae Kluyver, van Niel 214
Spirillum 204
Spirochaeta 204
Spirochaetales Buchanan 214
Spongospora subterranea (Wallr.) Johnson 436
spongosporová strupovitost 436
spora letní 244
sporangium 226, 239
sporangiofory 239
sporidie 341, 346, 348
Sporodinia 254
sporodochia 239, 311
sporofory 226
Sporonema 373
— *platani* Bäumler 320
spory 239
— bakterií 207, 209
spotted wilt 111
srážení (virologie) 150

srdečková hniloba 419
— choroba 51
— — řepy 41, 44
srůstání 443
stafylokoky 204
stálé a nestálé viry 119
— viry 576
stanovení indolu 561
— kritického bodu zředění 617
— sirovodíku 561
— tvaru virových partikulí 609
— velikosti virových partikulí 609
— vlastností virů 604
Stauroderus (*Chorthippus*) *bicolor* Charp. 102
stéblolam 415
Steerova metoda 614
stélka 379
— heteromerická 379
— homoeomerická 379
— smíšeného pohlaví 240
stélkaté rostliny 237
Stemonitis 233
— *fusca* Roth. 236
Stemphylium 413, 477
— *radicinum* (M. Dr. E.) Neerg. 413
Stereum frustulosum (Pers.) Fr. 420
„sterigma" 277
sterigmata 337, 348
sterilisace elektrod 533
— půd 533
— půdy částečná 468
Stictochorella v. H. 307
Stigmina Sacc. 307
stigmonosa 413
stínění objektu kovem 610
stolbur 89, 158, 165, 167, 172, 410, 433, 434
— brambor 100
— lilkovitých 104, 119
— rajčat 100, 114
stopové prvky 40, 51, 52, 54
Streptococcaceae Trevisan 215
Streptococcus mesentericus Trevisan 209
— Rosenbach 215
streptokoky 202, 204
Streptomyces Waksman et Henrici 175, 222, 223
— *albus* (Rossi, Doria emend. Krainský) Waksman et Henrici 483
— *griseus* Krainský 482, 483
— *scabies* (Thaxter) Waksman et Henrici 441, 486
streptomycin 482
stroma 239
Stromatinia 332, 333
struktura bakterijní buňky 206
strupovitost 441, 449
— brambor aktinomykosní 486
— bramborových hlíz 34, 441
— ovoce 511, 515, 517, 518
stříbřitost 408
studium literatury 630
— — průběžné 631
suberisace 413
subiculum 309
Subject Index 634
sublimát 523
suchá skvrnitost ovsa 46
sukcese příznaků 399, 400
sulfonamidy 481
Sulikol 514
Sulka 512
superparasit 495
suprese 428
suspensory 258
sušení osiva 476
svazčitost 443
světlík 388, 394
— nejmenší 394
svilušky 34, 110
svinování listů 405
svinutka 67, 165, 173, 441
— brambor 87, 89, 100, 101, 107, 108, 109, 112, 126, 137, 441, 608
symbiosa 242
— virů a bakterií 73
symptomatická diagnosa na diferenčních hostitelích 607
symptomatický obraz 400
symptomatologie viros 74
symptom hlavní 399
— konečný 400
— vedlejší 399
symptomy histochemické 451
— histologické 448
— holonekrotické 449
— hyperplastické 405, 431
— hypoplastické 405, 421, 451
— mikroskopické 447
— morfologické 405
— nekrotické 405, 406, 448
— plesionekrotické 448
synanthie 443
Synascomycetes 265
synascus 265
Synchytriaceae 244
Synchytrium 241
— *endobioticum* (Schilb.) Perc. 486
synergismus virů 145
synkarpie 443
synkaryon 238
synthetické půdy 531
sypavka 435
systemická povaha virů 76
Systena elongata F. 102
— *taeniata* Say. 102

Š

šárka 77, 106, 414
šlechtitelské metody v ochraně rostlin 499
škodlivost rostlinných virů 164
škvor 101
— obecný 102

T

Taphrina 275, 276, 310
— *aurea* Fries 270
— *bullata* Tul. 270
— *cerasi* Sadeb. 269, 270
— *deformans* (Berk.) Tul. 271, 272, 433, 441, 514
— *epiphylla* Sadeb. 270, 272, 275
— *johansonii* Sadeb. 275
— *potentillae* Sadeb. 275
— *pruni* Tul. 269
— *sadebeckii* Johan. 270
Taphrinaceae 265, **267**, 275
— , přehled 276
Taphrinales 264, 265
Taraxacum virus 1 (Kassanis) Smith 90, 108, 111, 117, 127, 132
Tarsonemus spirifex Marchal 29
taxonomie virů 156
tečkovitost 413
technika bakteriologická 548
— desinfekce osiva 488
— sušení 475
Teichospora 305
teleutospory 341, **346**
telia 341
teliospory 341
tepelná terapie viros 137, 174
terapeutika 483
terapie viros 174
teratologie 446
teratum 446
termická desinfekce půdy 468
termofilní bakterie 211
termoterapie 479
terramycin 482
tetrachlor-benzochinon 474, 486, 517
tetrakoky 202
tetramethylthiuramdisulfid 518
Tettigonioidea 101
Texanus incurvatus Osb. 104
těžká kadeřavost brambor 79
— mosaika 82
Thallophyta 237
thallus 379
Thamnotettix argentata Evans 104
Thecaphora 364, 367
thecium 326
Thecopsora 360
Theobroma virus 1 (Posnette) Smith 110
Thesium 388, 394
Thielavia 277
— *basicola* Zopf 277
Thielaviopsis basicola (Berk. et Br.) Ferraris 95
Thiobacteriales Buchanan 217
Thiobacterium Lehmann et Neumann 217
Thiosan 518
Thripsophilus lycopersici Ryžkov 102, 119, 158
Thrips tabaci Lind. 102, 125
thyly 410
Thysanoptera 111
Tillantin 517
Tilletia 370
— *brevifaciens* W. G. Fischer 517
— *caries* (DC.) Tul. 506, 517
— *levis* Kühn 428
— *tritici* (Bjerk.) Wint. 360, 364, 367, 370
Tilletiaceae 364, **367**
titrační zkoušky biochemické 597
titr diagnostického séra 586
— precipitinu 616
— viru 614
tlení 420
TMTD 486, 518
Tobacco virus 1 156
tolerance virů 145
Tolyposporium 364, 367
toxiny 411
Tozzia alpina L. 388
Tracya 370
tracheobakteriosy 410
tracheomykosy 410
translokace 447
Tranzchelia fusca (Pers.) Dietel 357
— *pruni-spinosae* (Pers.) Dietel 350
Tremellales 334
Trametes versicolor (L. et Fr.) Pilát 420, 495
Trichia 230, 233
— *varia* Pers. 236
Trichocladia astragali (DC.) Neger 287
Trichoderma lignorum (Tode) Harz 495, 497
trichogyn 262
Trichothecium 254, 544
— *roseum* (Bull.) Lk. 495
1, 2, 4-trichlor-3, 5-dinitrobenzen 517
1, 2, 3-trichlor-2, 4, 6-trinitrobenzen 517
trichlornitrobenzen 486
Triphragmium 359
— *ulmariae* (Schum.) Link 356
Triticum virus 1 (McKinney) Smith 85
— — *8* (Sash. et Sitn.) Smith 105
Tritisan 517
trouchnivění 420
trypsin 525
třásněnka tabáková 125
— zahradní 102
třásněnky 111, 120, 171
třešeň 57
třídění a názvosloví rostlinných virů 156
— chorob 404
— symptomů 405
Tuberculariaceae 312
Tuberales 265
Tuberculina maxima Rostr. 496
— *persicina* (Ditm.) Sacc. 496
Tubiferra ferruginosa Gmel. 236
Tuburcinia 364, 370
— *trientalis* Berk. et Br. 364

Tulipa virus 1 (Caley) Smith 105, 106, 108, 109, 110
tumor 438, 440
tumorovitost 438
Turdus viscivorus L. 393
tvar bakterií 203
tvorba plynů u bakterií 559
— spor 535

U

účinek elektřiny 466
— imunisační 482
účinnost přípravků 481
účinky záření 467
udržování čistých kultur 528
— virového materiálu konservací 619
— — — nízkými teplotami 619
uchovávání virového materiálu 617
— viru pasážováním 617
umělé infekce 543
— — bakteriemi 562
— kultivační půdy pro pěstování bakterií 212
ultrafialové záření 467
ultrasonické vlnění 466
ultrazvuk 466, 473, 478
únava půdy 468
Uncinula 296, 299
— *aceris* (DC.) Sacc. 287, 292
— *necator* (Schweinitz) Burr. 298, 515
— *salicis* (DC.) Winter 287
úprava biotických podmínek stanoviště 461
— klimatických podmínek 462
— osiva 462
— půdy 461
určování chemické skladby hub 540
uredia 341
Uredinales 242, 334, **339**
Uredinopsis 360
urediospory 341
uredospory 341, **343**, 344
Urocystis 364
— *cepulae* Frost. 370, 486
— *occulta* (Wallr.) Rabh. 361
Uromyces 342, 344, 346, 349, 359
— *appendiculatus* (Pers.) Link 350
— *betae* (Pers.) Lév. 350
— *dactylidis* Otth. 350
— *euphorbiae* S. et P. 340
— *hedysari obscuri* (DC.) Carestia et Piccone 356
Uschinského živná půda 556
usmrcení bakterií 568
Ustilaginaceae 364, **365**
Ustilaginales 242, 334, **360**
Ustilago 367
— *avenae* (Pers.) Jens. 361, 364
— *cruenta* Kühn 361
— *hordei* (Pers.) Kell. et Sw. 360, 361, 364, 365, 506
Ustilago levis (Kell. et Sw.) Magnus 361, 364, 506
— *maydis* (DC.) Corda 361, 363, 366
— *neglecta* Niessl 364
— *nuda* (Jens.) Kell. et Sw. 363, 366, 367, 473
— *tritici* (Pers.) Jens. 361, 363, 366, 367
— *violacea* (Pers.) Fuck. 365
Ustulina 318
— *vulgaris* 318
Uspulun 507
usychání 421
uzavírání preparátů 542
úžeh 417

V

Vaccinium australe Small 104
— *virus 1* (Dobr.) Smith 104, 114
václavka 338, 420
vacuolosis 448, 450
vadnutí 408, 409
— druhotné 411, 412
— fysikálně indikované 411
— fysiologické 409
— infekční 410
— patogenní 409
— toxigenní 411
vakuoly bakterijní buňky 207
Valsa 412
Valsales 318
vápnění 461
vápník 42, 59
varhánkovité listy 435
varianty virů 141
variegace 423
vazba komplementů 154
vedlejší rozmnožovací forma 240
vegetativní tělo hub 238
velikost bakterií 203
velkožilnatost tabáku 94
Venturia 300
— *inaequalis* (Cke.) Wint. **300**, 511, 515, 517
Verticillium 410
— *alboatrum* R. et B. 410, 497
— *dahliae* Kleb. 497
— *hemilaiae* Bourriquet 496
víčko 326
Vira imperfecta 157, 159
Virales 157
vibrio 204
virescence 433
Viriphyta 157
virospory 74
virosy angreštu 164
— bavlníku 165
— brambor 173
— broskvoní 174
— cukrové třtiny 165, 175
— čajovníku 165
— chmele 170
— chrysantém 115

virosy malin 164
— rybízu 164
Virothrix ivanovski 158
virová bronzovitost rajčat 171, 175
— čárkovitost 36
— kadeřavost chmele 99
— metlovitost brambor 174
— mosaika celeru obyčejná 101
— — cukrovky 127
— — fazolí 177
— — květáku 112
— — libečku lékařského 69
— — okurek 171
— — ozimého ovsa 94
— — plodů švestek 419
— — révy vinné 87
— — řepy 82, 84, 87, 97, 165, 166, 169, 175
— — salátu 98, 127
— — tabáku 151
— — zelí 177
— mosaiková proužkovitost jarního ječmene 99
— proužkovitost kukuřice 110, 120
— svinutka 96, 430
— — brambor 87, 450, 451
— zakrslost cibule 167
— — česneku 167
— — kukuřice 104
— — maliníku 137
— rýže 100
— žloutenka 53
— — aster 110, 430
— — cibule 101
— — cukrovky 76, 165, 175
— — chmele 99
— — řepy 81, 99, 112, 169
— — smetánky 111, 127, 132
— — tuřínu 101
virové choroby brambor 165, 168
— — broskvoní 164
— — jahod 109
— — révy vinné 170
— — tabáku 167
virový antigen - příprava 582
virus A 111, 165, 597, 608
— A brambor 107, 108, 109
— americké kadeřavky cukrovky 112, 142, 143, 144
— aukubové mosaiky rajčat 138
— — — tabáku 84
— bezsemennosti brusinek 114
— bronzovitosti rajčat 74, 81, 85, 98, 111, 115, 119, 120, 125, 138, 158, 608
— broskvoní 118, 146
— C 128, 146
— černé prsténkovitosti rajčat 69
— F 111
— kadeřavosti bavlníku 118
— — chmele 91, 95
— leptavé mosaiky tabáku 85, 91, 115, 149, 158
— metlovitosti rostliny *Crotalaria* 114
virus mosaiky a nekrosy zelí 80, 112, 116, 120, 130
— — bobu 115
— — brambor 157, 158
— — fazolí 136, 152
— — hrachu s enacemi 118
— — okurek 74, 80, 81, 82, 85, 89, 91, 97, 110, 113, 114, 115, 128, 135, 136, 137, 146, 151, 157, 167, 423, 429
— — řepy 83, 89, 91, 129, 130, 131, 132, 158
— — sóje 158
— — sveřepu 585
— — tabáku 69, 70, 72, 77, 78, 81, 82, 84, 85, 86, 89, 90, 91, 93, 94, 100, 111, 114, 115, 121, 122, 126, 128, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 167, 173, 175, 429, 590, 592
— nádorovitost jetele 103
— — (kyjovitosti) listů jetele 123, 124, 125
— nekrosy tabáku 83, 89, 91, 92, 93, 94, 136, 137, 138, 144, 161, 163, 177
— — zelí 137
— nervové mosaiky květáku 112
— okrajové žloutenky jahodníku 119
— Piercovy choroby révy vinné 118
— pestrobarevnosti abutilonu 137
— proužkové mosaiky kukuřice 118
— — — ječmene 585
— proužkovitosti a mosaiky cukrové třtiny 85
— — kukuřice 118, 121, 122
— prsténkovitosti rajčat 96
— — třešní 98
— — tabáku 85, 91, 96, 147, 151, 158, 163
— rosetky tabáku 119
— S 68, 73, 90, 153, 165, 176, 592, 595, 608
— skvrnitosti a žloutenky čekanky 89
— stolburu 74
— svinutky brambor 81, 85, 86, 99, 118, 149
— tabákové nekrosy 69
— vojtěškové mosaiky 590
— vrcholkové kadeřavky cukrovky 113, 122, 147
— vřetenovitosti brambor 101
— X 68, 69, 70, 77, 81, 83, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 99, 100, 115, 128, 135, 137, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 155, 156, 157, 158, 162, 163, 165, 167, 173, 177, 401, 402, 467, 597
— X brambor 495, 589, 608
— X kmen d 146
— — — g 146

virus X kmen Xh 146
— Y 75, 79, 82, 85, 86, 87, 89, 96, 99, 106, 107, 108, 109, 115, 128, 135, 139, 140, 146, 148, 149, 155, 158, 162, 163, 165, 177, 495, 597, 608
— Y obyčejný kmen 147
— zakrslosti kukuřice 118, 124, 125
— — rajčat 69, 85, 114, 136, 137, 155, 158, 160, 161, 162, 163, 177
— — rýže 119, 123
— zduřelosti výhonků kakaovníku 110, 117, 126
— žloutenky 158
— — aster 74, 114, 118, 120, 123, 124, 125, 143, 424
— — cukrovky 119, 122
— — řepy 90, 115, 127, 131, 153
— — smetánky 117
— — tuřínu 119, 123, 158, 162, 163
— — višní 98
— žluté zakrslosti brambor 110, 118, 143
viry atraktivní 150
— labilní 583
— nepersistentní 117
— nestálé 117
— persistentní 117
— repulsivní 150
— stálé 117
Viscum album L. 388, 392
— — — ssp. *abietis* (Wiesb.) Janch. 392
— — — ssp. *mali* (Tub.) Janch. 392
— — — ssp. *pini* (Wiesb.) Janch. 392
visuální metoda 55
Vitis virus 1 (Straňák) Smith 87
vláknitý vzrůst 445
vlasovitost kořenů 445
vločkování (virologie) 150
vnitrobuněčné inkluse 84
vnitrojaderné inkluse 84
voda bakterijní buňky 210
vodnatelnost orgánů 446
vodnatění 408
vodní modř 87
vojtěška 52
volba agrotechnické lhůty 464
— a vyzkoušení metod 648
— pěstitelské techniky 464
— vhodných odrůd 462
volutinové granule 207
vrcholková kadeřavka cukrovky 120, 121, 175, 176
vřeckaté houby 261
vřecko 240, 261
vřetenovitost hlíz brambor 102, 108, 109
všivec 388, 394
výběr osiva 462
výměna půdy 466
výpisky z literatury 644
výrůstky 443
vysolování síranem amonným 613
výstřižky z tisku - řazení 645
vysýchání 412
výtoky 417
výtrusy 239
— letní 341
— zimní 341
využití teploty 466
výzkum písemnictví 631
výživa bakterií 200
— hub 242
vzdušné hlízky 434

W

Welkenkrankheit 409
Wettsteinia 299
Wundtumor virus 441

X

Xanthomonas Dowson 214, 216, 218
— *hyacinthi* (Wakker) Dowson 216, 218
— *juglandis* (Pierce) Dowson 413
— *translucens* (Jones, Johnson, Reddy) Dowson 566
x-choroby broskvoní 104, 139
x-tělíska 84, 450
x-virosa broskvoní 482
Xylaria 318
— *hypoxylon* 318
Xylariaceae 309, **318**

Y

yellowing 407
Yezabura marutae Oest. 107

Z

zákony 638
zakládání a vedení vlastních pokusů 649
zakrslost 430
— borůvky 104
— cibule 85, 101
— kukuřice 119
— ovsa 172
— rýže 85, 104
zakuklivanije ovsa 172
záraza 388, 391, 394, 395
— menší 395
— větevnatá 395
záření ultrafialové 478
zával 441
zbujení lenticel 436
zbujeniny korkové 436
zdravínek 388
— červený 394, 395
zdřevnatění orgánů 446
„zduřelost a kyjovitost větví" kakaovníku 69
Zea virus 1 (Kunkel) Smith 85, 103, 118, 119

Zea virus 2 (Storey) Smith 104, 110, 118, 120, 121
zezelenání květenství 433
zhoubné bujení 440
zinek 41, 59
zjišťování bakterií 548
zkouška na amoniak 561
zkumavková metoda Dunina a Popovové 589
zkumavkové metody 589
zkumavková reakce podle Bawdena 589
zmlazení hlíz 434
znaky choroby 399, 451
zoocecidie 437
zooglea bakterií 209
Zoophaginae 157
zoospory 239
Zooviraceae 157
zpracování půdy 461
zprávy o chorobách rostlin 673
— o vyřešených problémech 638
— ze studijních cest 638
způsob ochrany fysikální 465, 466
způsoby literární rešerše 631
— ochrany mechanické 465
— — technické 465
zrůda 446
zřeďovací metoda 551
zteření 420
zygofory 258
Zygomycetes 246, 253
zygospory 240, 258
zygota 237, 240

Ž

želatina 555
želčenije 407
železo 59
žilnatka vironosná 110, 113
živné půdy pro houby 529
žloutenka 52, 424
— aster 104, 121, 174,
— bakteriová 425
— broskvoní 66, 70, 104, 137
— cibule 425
— cukrovky 119, 126
— fysiologická 425
— kaliová 425
— řepy 99, 100, 106, 108, 109, 112
— smetánky 108
— virová 425, 451
žloutnutí 424
— interkostální 407
— parciální 407
— totální 407
žlutá mosaika tuřínu 102
— pruhovitost cibule 167
— — ovsa 33
— proužkovitost a zakrslost cibule 105, 106, 107, 108, 109
— zakrslost brambor 103
— — tabáku 104
žlutozelená nervová mosaika na *Ageratum conycoides* L. 114

ZEMĚDĚLSKÁ FYTOPATOLOGIE

Díl I

Obecná část

Návrh vazby Ondřej Švarc — Vydala Československá akademie zemědělských věd ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze ve sbírce Učebnice — Publikace SZN č. 978 — Odpovědná redaktorka inž. Soňa Malá

Z linotypové sazby písmem garmond Primus vytiskla textovou část knihtiskem, barevnou přílohu ofsetem Severografia, nár. pod., základní závod Liberec — Papír 70×100 cm — AA textová část 57,14, příloha 0,40 — VA 58,62 — D 592180

Náklad 7000 výtisků — 04/27 — Vydání první — Cena brož. výt. 52,50 Kčs, váz. výt. 56 Kčs — 56/II-6

04/27

Vázaný výtisk 56 Kčs